

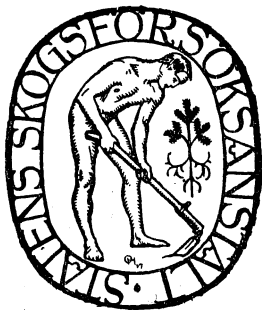
# FUNKTIONER OCH TABELLER FÖR KUBERING AV STÅENDE TRÄD.

TALL, GRAN OCH BJÖRK I NORRA SVERIGE.

*FUNKTIONEN UND TABELLEN ZUR KUBIERUNG STEHENDER BÄUME.  
KIEFER, FICHTE UND BIRKE IN NORDSCHWEDEN.*

AV

MANFRED NÄSLUND



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT  
HÄFTE 32 · N:r 4

---

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 32. 1940—41

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**32. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**N:o 32**

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION  
FORESTIÈRE DE SUÈDE

**N:o 32**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR HENRIK PETTERSON

## INNEHÅLL:

	Sid.
LANGLET, OLOF: Om utvecklingen av granar ur frö efter självbefruktning och efter fri vindpollinering.....	I
Über die Entwicklung von teils nach künstlicher Selbstbestäubung, teils nach freier Windbestäubung entstandenen Fichten.....	2 I
BJÖRKMAN, ERIK: Om mykorrhizans utbildning hos tall- och granplanter, odlade i näringsrika jordar vid olika kvävetillförsel och ljustillgång .....	23
Mycorrhiza in Pine and Spruce Seedlings grown under varied Radiation Intensities in rich Soils with or without Nitrate added....	69
NÄSLUND, MANFRED: En ny metod för bältesbreddens uttagande vid linjetaxering.....	75
A New Method for Determining of the Strip-breadth in Line Surveying .....	85
NÄSLUND, MANFRED: Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige.....	87
Funktionen und Tabellen zur Kubierung stehender Bäume. Kiefer, Fichte und Birke in Nordschweden.....	132
ROMELL, LARS-GUNNAR: Kvistningsstudier å tall och gran.....	143
Studies on Pruning in Pine and Spruce.....	189
TIRÉN, LARS: Till frågan om hyggesmognadens betydelse vid skogsodling.....	195
Contribution to the Discussion on the Importance of the Ripening of the Humus in clear-cut Areas prior to Reafforestation ....	252
BJÖRKMAN, ERIK: Mykorrhizans utbildning och frekvens hos skogs-träd på askgödslade och ögödslade delar av dikad myr....	255
Die Ausbildung und Frequenz der Mykorrhiza in mit Asche gedüngten und ungedüngten Teilen von entwässertem Moor.....	286
BUTOVITSCH, VIKTOR: Studier över granbarkborrens massförökning i de av decemberstormen 1931 härjade skogarna i norra Uppland .....	297
Studien über die Massenvermehrung von <i>Ips typographus</i> in den vom Dezembersturm 1931 heimgesuchten Wäldern von Nord-Uppland	347
LANGLET, OLOF: Kulturförsök med tysk gran av första och andra generationen.....	361
Kulturversuche mit deutscher Fichte 1. und 2. Generation.....	377
Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1939. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1939; Report on the Work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1939)	
Allmän redogörelse av HENRIK PETTERSON.....	381
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry Division) av HENRIK PETTERSON.....	382

II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological Division) av CARL MALMSTRÖM	385
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological Division) av IVAR TRÄGÄRDH.....	387
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1940.</b> (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1940; Report on the Work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1940)	
Allmän redogörelse av HENRIK PETTERSON .....	390
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry Division) av HENRIK PETTERSON .....	390
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological Division) av CARL MALMSTRÖM	393
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological Division) av IVAR TRÄGÄRDH .....	394

---



## FUNKTIONER OCH TABELLER FÖR KUBERING AV STÅENDE TRÄD.

TALL, GRAN OCH BJÖRK I NORRA SVERIGE.

### Inledning.

Vid primärbearbetningen av skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog (NÄSLUND 1936) bearbetades bl. a. ett omfattande material av fällda, sektionsmätta provstammar. Detta arbete var emellertid strängt inriktat på att lösa den förelagda uppgiften: försöksytornas kubering med stöd av det insamlade observationsmaterialet. De erfarenheter för praktiskt taxeringsarbete, som kunde utvinnas ur materialet, måste därför förbehållas kommande specialundersökningar.

Den stående skogens kubikmassa beräknades vid den ovannämnda bearbetningen för vissa delar av revisionsmaterialet med hjälp av en härledd, matematisk funktion (NÄSLUND 1936, s. 100). På grund av den härvid vunna erfarenheten om korrelationsanalysens inneboende möjligheter till en fortsatt utveckling av våra uppskattningsmetoder, har provstamsmaterialet underkastats en förnyad bearbetning i syfte att söka utforma en objektiv metod för kubering av stående träd med hjälp av i praktiken lätt utförbara mätningar. Härigenom skulle i första hand erhållas för praktiken omedelbart användbara resultat. Därjämte skulle man få en överblick över vad som ytterligare kan stå att vinna med precisionsmetoder.

Denna arbetsuppgift var beträffande tallens kubering på bark slutförd redan år 1934, då vissa resultat av dessa studier publicerades i ett förelöpande meddelande (NÄSLUND 1934). Andra resultat ha sedan framlagts i PETRINI'S lärobok »Skogsuppskattning och skogsekonomi» (PETRINI 1937). Undersökningens slutliga publicerande har uppskjutits i avvaktan på resultaten från en motsvarande behandling av kuberingsfrågan för gran och björk.

I samband med den nya riksskogstaxeringen erhöll metodiken för kubering av stående träd ökad aktualitet. 1937 års riksskogstaxeringsnämnd har därför understött den ovannämnda undersökningens utsträckande till gran och björk genom att anslå medel till en primärbearbetning av lämpliga

delar av skogsförsöksanstaltens provstamsmaterial från Norrland och Dalarna. Nämnden har dessutom bekostat insamling av ett kompletterande material från extrema beståndstyper i fjälltrakterna och kustbandet. Den arbetskrävande korrelationsanalytiska bearbetningen har utförts som tjänsteuppgift vid skogsförsöksanstalten.

Undersökningen har som huvudresultat lämnat matematiska funktioner för beräkning av det enskilda trädets brösthöjdsformtal och kubikmassa. I syfte att tillfredsställa olika behov av noggrannhet vid det praktiska taxeringsarbetet har härletts såväl enklare som mera differentierade kuberingsfunktioner.

Dessa funktioner ha tillämpats vid den nya riksskogstaxeringen för bestämning av såväl kubikmassa som kubikmassetillväxt, och avsikten är här att lämna en kortfattad redogörelse för funktionerna samt deras användning och användbarhet. Undersökningen och dess resultat komma att utförligare behandlas i en senare publikation.

Det är en angenäm plikt att här få betyga min tacksamhet till alla dem, som på olika sätt understött mitt arbete. I första hand vänder jag mig då till min chef, professor HENRIK PETTERSON, som under arbetets gång städse lämnat det sitt stöd. För det korrelationsanalytiska räknearbetet har jag haft ovärderlig hjälp av skogsavdelningens räknekontor.

I stor tacksamhetsskuld står jag till 1937 års riksskogstaxeringsnämnd för det ekonomiska understöd, som nämnden lämnat denna undersökning.

Det omfattande räknearbetet har utförts av skogsavdelningens räknekontor under ledning av fru MARGARETA KLEMMING och av extra räknebiträden under ledning av förste skogsbiträdet K. SVENSON, varjämte en primärbearbetning utförts av riksskogstaxeringsnämndens räknekontor och omhänderhafts av jägmästare E. ÖSTLIN. Till dessa medhjälpare vill jag rikta ett hjärtligt tack.

## KAP. I MATERIALET.

Materialet utgöres av fällda och sektionsmätta provstammar från skogsförsöksanstaltens fasta försöksytor och tillfälliga undersökningsytor samt från avverkningstrakter å försöksparkerna. Härtill kommer ett kompletterande material av granprovstammar från fjälltrakterna och tallprovstammar från kustbandet. Från försöksytorna ha i regel tagits sista revisionens provstammar.

Såväl tallen som granen och björken förete ur taxatorisk synpunkt vissa olikheter i norra och södra Sverige. Provstamsmaterialets omfattning har för bearbetning i här avsett syfte ansetts tillåta en indelning av landet i en nordlig och en sydlig del. Denna undersökning är begränsad till det förra området, som vi här benämna norra Sverige.

Vid materialets avgränsning har till norra Sverige hänförts beträffande tallen området för nordsvensk tall enligt SYLVÉNS karta (1916) samt för gran och björk Norrland och Dalarna. Uppdelningen är närmast att fatta som geografisk, och förmodas endast i genomsnitt vissa taxatoriska skillnader föreligga. Någon uppdelning av materialet på de olika björkarterna har ej utförts, emedan det ej ansetts möjligt att upprätthålla en sådan indelning vid det praktiska taxeringsarbetet. Björkmaterialet består övervägande av glasbjörk och övergångsformer mellan glasbjörk och masurbjörk, men även masurbjörk förekommer i ej obetydlig omfattning.

Materialet utgöres av följande antal provstammar med en brösthöjdsdiameter under bark av 3 cm och däröver<sup>1</sup>.

Tall:	2 031 st.	(formtalet på bark),	2 096 st.	(formtalet under bark)
Gran:	1 500 »	(formtalet på och under bark)		
Björk:	837 »	»	»	»

---

Summa: 4 368 st. (formtalet på bark), 4 433 st. (formtalet under bark)

Dessutom har för kuberingen av småträd, d. v. s. träd, som uppnått brösthöjd, men vars brösthöjdsdiameter understiger 5 cm, studerats ett specialmaterial, omfattande 282 provträd av tall, 313 st. av gran samt 298 st. av björk. Dessa provstammar härstamma från såväl unga som gamla bestånd.

Huvudmaterialets fördelning på diameter- och höjdklasser framgår av tab. 1—3. I dessa tabeller har även för de olika diameter- och höjdklasserna angivits det aritmetiska medeltalet av de enskilda trädens barkprocent (tall och björk) och kronförhållande (tall, gran och björk). Med diameter avses här och i det följande brösthöjdsdiameter. Barkprocenten betecknar i denna tabell diameterns barkprocent uttryckt i procent av diametern under bark. Tab. 1—3 visa, att materialet har en god spridning med hänsyn till där redovisade trädkaraktärer. Särskilt gäller detta för tall och gran.

Det har eftersträfvats att inom materialet erhålla en stor variation med avseende på sådana träd- och beståndskaraktärer, som kunna förväntas ha betydelse för stamformens utbildning. De vanligaste i praktiskt skogsbruk förekommande trädtyperna äro väl representerade i materialet, men dessutom förekomma av tall och gran extrema typer i ej obetydlig omfattning.

Provstammar, som enligt anteckning i fält äro tydligt abnorma (toppbrutna, klykvuxna e. d.), ha ej medtagits. Det bör särskilt beträffande björken observeras, att endast träd med genomgående huvudstam och utan väsentliga klykbildningar ingå i materialet (jfr s. 113).

Provstammarna äro enmetersektionerade, och mätningarna ha utförts med

---

<sup>1</sup> Provträdsantalet har vid denna fortsatta bearbetning reducerats i de stamrikaste diameterklasserna (jfr NÄSLUND 1934), varjämte en viss komplettering av extrema trädtyper ägt rum.



Tab. 1. Tallprovstammarnas fördelning på diameter- och höjdklasser samt genom-  
Die Verteilung der Kiefernprobestämme auf Durchmesser- und Höhenklassen und

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under Brusthöhendurchmesser unter																							
	5,0—7,9			8,0—10,9			11,0—13,9			14,0—16,9			17,0—19,9			20,0—22,9			23,0—25,9					
	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K
3,0—4,9	7	14,6	57,1	3	10,4	56,1																		
5,0—6,9	37	13,2	43,8	5	14,6	52,7	11	15,2	51,3	4	11,9	55,4												
7,0—8,9	124	12,7	36,8	32	11,9	45,7	6	15,0	45,0	10	13,8	47,2	9	14,1	54,0	2	9,9	57,0	1	14,8	76,8			
9,0—10,9	62	14,6	31,3	101	12,7	38,3	33	13,4	49,3	14	13,8	44,6	5	14,4	54,7	4	13,5	51,1	8	14,0	54,4			
11,0—12,9	3	16,2	26,2	96	12,7	29,9	120	13,0	37,8	28	11,9	47,5	11	11,5	51,3	6	13,7	51,2	3	17,9	52,5			
13,0—14,9				27	12,3	25,9	122	12,2	32,0	93	13,1	37,8	54	12,6	45,2	14	13,1	45,3	4	9,8	49,4			
15,0—16,9				1	11,3	36,5	55	12,7	29,4	132	12,0	34,6	85	12,1	42,7	38	11,7	44,4	27	11,3	45,2			
17,0—18,9										38	11,7	30,1	72	11,8	35,1	71	11,7	40,3	54	11,5	46,5			
19,0—20,9							1	17,4	17,1	4	16,7	24,2	27	13,4	31,1	34	11,4	37,0	35	11,5	38,9			
21,0—22,9										1	8,8	30,0	7	14,9	25,9	25	12,2	31,8	17	13,1	39,7			
23,0—24,9																6	15,1	30,2	10	12,5	33,5			
25,0—26,9																			2	10,7	20,4			
Summa träd Summe Bäume	233			265			348			324			270			200			161					
Medeltal Mittel	B		13,4		12,6		12,8			12,5			12,4			12,0			11,9					
	K		36,9		35,4		36,0			37,0			40,5			40,2								43,5

stor noggrannhet samt på sätt, som närmare angivits i avhandlingen »Skogs-  
försöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning» (NÄSLUND  
1936, s. 60).

## KAP. 2. BEARBETNINGEN.

Den korrelationsanalytiska bearbetningen av det beskrivna provstams-  
materialet har som nämnts avsett att härleda empiriska funktioner, för be-  
räknandet av stående träds kubikmassa på och under bark med hjälp av ob-

snittlig barkprocent (B) och genomsnittligt kronförhållande (K) i dessa klasser.  
durchschnittliches Rindenprozent (B) und Kronenverhältnis (K) in diesen Klassen.

bark i centimeter Rinde in Centimeter															Summa träd Summe Bäume						
26,0—28,9			29,0—31,9			32,0—34,9			35,0—37,9			38,0—40,9				41,0—43,9			44,0—46,9		
Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K		Antal träd Anzahl Bäume	B	K			
																		10			
																		57			
																		184			
5	9,9	53,7	1	9,4	61,0	1	6,2	53,6	2	9,8	81,5							236			
3	12,3	49,6	4	12,6	54,6	2	10,7	71,5										276			
3	10,8	45,5	1	12,3	78,0	2	12,6	54,2										320			
7	10,6	45,8	4	10,7	63,0	1	9,5	45,7										350			
16	12,3	52,9	4	10,1	45,4				2	8,9	51,3				1	7,2	50,9	258			
27	12,0	48,1	15	11,2	48,8	6	9,2	58,3	2	10,5	63,2							151			
26	11,3	38,2	19	10,5	42,7	8	11,1	57,3	1	10,8	32,6							104			
11	13,6	34,2	5	12,7	42,0	4	9,8	39,3	5	10,7	47,8	4	10,8	56,1	1	7,4	67,9	46			
1	13,3	21,6	3	13,1	44,2	5	10,3	39,7										11			
99			56			29			12			4			1			2 003			
	11,8			11,2			10,2			10,2			10,8			7,4		12,4			
		44,6			47,8			52,2			55,3			56,1			67,9	39,0			

jektiva och i praktiken lätt utförbara observationer. Det synes riktigare att alltefter behovet direkt uppskatta kubikmassan på eller under bark i stället för användande av barkprocenter.

Vid bearbetningen av huvudmaterialet har jag valt att betrakta brösthöjdsformtalet som beroende variabel och således närmast sökt en empirisk funktion för dess bestämmande. För småträden har kubikmassan direkt använts som beroende variabel.

Provträdens kubikmassa och formtal på och under bark för stammen ovan stubbe ha beräknats enligt i den tidigare anförda avhandlingen (Näs-

Tab. 2. Granprovstammarnas fördelning på diameter- och höjdklasser  
Die Verteilung der Fichtenprobestämme auf Durchmesser- und Höhenklassen

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under Brusthöhendurchmesser unter																			
	5,0—7,9		8,0—10,9		11,0—13,9		14,0—16,9		17,0—19,9		20,0—22,9		23,0—25,9		26,0—28,9		29,0—31,9		32,0—34,9	
	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K
3,0— 4,9	34	50,8																		
5,0— 6,9	109	60,3	18	69,2																
7,0— 8,9	43	54,0	73	64,1	13	66,3	3	84,8					1	74,7						
9,0—10,9	6	47,5	67	55,7	40	67,2	10	62,5	2	73,8	4	85,9	2	84,6						
11,0—12,9	1	65,8	23	51,3	77	59,3	31	64,6	6	72,4	6	71,4	5	87,6	2	82,8			2	88,2
13,0—14,9					45	56,7	58	62,7	28	67,1	21	74,9	12	85,4	4	84,7	1	77,8	2	88,2
15,0—16,9					13	46,4	60	52,7	49	63,4	28	73,7	16	82,5	11	84,3	7	84,8		
17,0—18,9							23	53,8	40	58,5	33	69,1	23	74,9	11	77,3	10	85,8		
19,0—20,9							4	51,6	23	54,0	26	59,2	35	69,1	13	77,0	16	78,8	2	87,9
21,0—22,9									5	50,8	19	50,9	19	58,0	19	70,6	9	74,4	2	72,4
23,0—24,9									3	38,8	9	47,5	13	55,2	11	61,5	6	66,5	10	74,0
25,0—26,9													4	56,6	5	52,1	9	64,7	1	85,4
27,0—28,9															2	49,9	1	48,0	3	53,8
29,0—30,9																				
Summa träd Summe Bäume	193		181		188		189		156		146		130		78		59		22	
Medeltal av K Mittel von		56,9		59,9		60,0		58,9		61,0		65,9		70,9		72,6		76,1		75,5

LUND 1936, s. 61) angivet sätt. Den s. k. rotansvällningen ingår således i kubikmassan och formtalet, vilket måste betraktas som en stor fördel. Som stubbe räknas en procent av trädhöjden över mark.

Inom ramen för det uppställda kravet att fältobservationerna skola vara objektiva och lätta att utföra, har det gällt att studera sådana karaktärer,

samt genomsnittligt kronförhållande (K) i dessa klasser.  
und durchschnittliches Kronenverhältnis (K) in diesen Klassen.

bark i centimeter.  
Rinde in Centimeter

35,0— 37,9		38,0— 40,9		41,0— 43,9		44,0— 46,9		47,0— 49,9		50,0— 52,9		53,0— 55,9		56,0— 58,9		62,0— 64,9 <sup>1</sup>		68,0— 70,9 <sup>2</sup>		77,0— 79,9 <sup>3</sup>		Summa träd Summe Bäume
Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	Antal träd Anzahl Bäume	K	
																						34
																						127
																						133
																						131
1	85,2																					154
6	77,8							1	86,9													178
2	91,3	2	87,4	3	80,8	1	87,4	1	79,9					1	80,4							194
5	85,3	5	87,3	2	80,0	1	87,6	2	82,7	1	77,0	1	89,7			1	77,8					158
		3	86,8	4	86,4	2	86,5	1	86,5	1	83,2	1	92,0					1	78,2			132
6	78,0	2	85,9	1	80,7	2	90,6													1	81,5	85
2	77,4																					54
7	75,6																					26
		1	91,8																			7
2	75,3																					2
3	1	13		10		6		5		2		2		1		1		1		1		1 415
	79,5		87,3		82,9		88,2		83,7		80,1		90,8		80,4		77,8		78,2		81,5	63,9

<sup>1</sup> Träd saknas i klassen: 59,0—61,9.

<sup>2</sup> » » » » 65,0—67,9.

<sup>3</sup> » » » » 71,0—73,9 och 74,0—76,9.

vilka förmodas vara av betydelse för formtalets härledning. Vi äro här inne på ett klassiskt arbetsfält, som nu kunnat bearbetas med moderna hjälpmedel. Vilka karaktärer, som skola ingå som oberoende variabler i de slutliga formtalsfunktionerna, kan ej avgöras på annat sätt än att vid den korrelationsanalytiska bearbetningen pröva sig fram. Valet av de faktorer, som böra

Tab. 3. Björkprovstammarnas fördelning på diameter- och höjdklasser samt  
Die Verteilung der Birkenprobestämme auf Durchmesser- und Höhenklassen und

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under Brusthöhendurchmesser unter														
	5,0—7,9			8,0—10,9			11,0—13,9			14,0—16,9			17,0—19,9		
	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K
5,0—6,9	7	6,7	60,8												
7,0—8,9	30	7,1	46,4	4	7,3	63,0	1	6,3	68,2						
9,0—10,9	16	7,2	44,0	28	7,6	47,6	9	7,0	55,7	3	8,8	56,9			
11,0—12,9	2	5,5	36,7	35	9,3	34,1	30	8,6	46,7	18	8,3	54,6	9	7,0	59,7
13,0—14,9	1	7,9	57,3	43	8,6	38,0	98	8,2	38,8	40	8,2	48,4	16	8,5	53,4
15,0—16,9				9	7,4	30,2	77	7,6	32,9	89	7,7	36,8	16	8,2	41,9
17,0—18,9				1	5,6	33,6	5	9,3	34,2	39	9,5	38,0	29	9,5	36,5
19,0—20,9							1	4,7	46,9	5	6,3	37,9	10	7,2	43,5
21,0—22,9										3	6,0	37,2	6	7,2	49,6
23,0—24,9													1	7,1	34,9
25,0—26,9															
Summa träd Summe Bäume	56			120			221			197			87		
Medeltal Mittel	B		7,0		8,4			8,0			8,2			8,4	
	K		47,4		39,3			38,6			41,4				44,7

göras till föremål för en sådan prövning, har delvis kunnat ske med stöd av äldre erfarenheter.

Härvid ha följande faktorer främst ansetts böra komma i fråga, nämligen trädets brösthöjdsdiameter och höjd, brösthöjdsdiameterens barkprocent och kronförhållandet samt åldern, varjämte en uppdelning av materialet på två geografiska områden, norra och södra Sverige, betraktats som värdefull. I det följande lämnas några kommentarer och definitioner i anslutning till de ovannämnda faktorerna.

Trädets höjd har räknats från marken. Det har nämligen ansetts lämpligt, att trädhöjden liksom brösthöjden mätes från marken (jfr PETTERSON

genomsnittlig barkprocent (B) och genomsnittligt kronförhållande (K) i dessa klasser.  
durchschnittliches Rindenprozent (B) und Kronenverhältnis (K) in diesen Klassen.

bark i centimeter Rinde in Centimeter														Summa träd Summe Bäume	
20,0—22,9			23,0—25,9			26,0—28,9			29,0—31,9			32,0—34,9			
Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B	K	Antal träd Anzahl Bäume	B		K
															7
															35
															56
															94
4	6,7	48,0													202
10	8,5	50,7	4	9,3	42,2										205
14	9,5	48,6	9	13,0	51,2	2	8,8	48,9							99
7	8,7	46,8	12	9,2	42,6	3	12,7	53,0							38
10	8,6	44,6	9	11,6	46,9	7	15,4	51,3	1	13,3	62,3				36
3	13,8	39,7	9	11,6	36,8	6	12,0	51,7	2	10,9	46,8	1	12,4	39,1	22
			1	9,4	33,6	1	11,8	35,1							2
48			44			19			3			1			796
	9,0			11,0			13,0			11,7			12,4		8,4
		47,3			43,8			50,6			52,0			39,1	41,8

1926, s. 73). Vid användning av Christens höjdmätare torde detta enklast ske genom att från stångens nedre ända utmärka 0,3 m och vid höjdmätningen hålla stången så, att märket sammanfaller med brösthöjdsläget å trädet (1,3 m över mark). Till den avlästa höjden adderas sedan 1,0 m, varefter höjden över mark erhålles. Jämfört med det i praktiken brukliga sättet att placera stångens nedre ända vid en uppskattad stubbhöjd, medför den ovan nämnda metoden den fördelen, att stångens nedre ända mindre skymmes av markvegetation och buskar. Därjämte bortfaller den subjektiva bedömningen av stubbhöjden (jfr PETRINI 1933, s. 355).

I de vid bearbetningen ursprungligen erhållna formtalsfunktionerna

(jfr s. 97) har det högra ledet multiplicerats med 0,99, för att det beräknade formtalet multiplicerat med höjden över mark skall ge formhöjden över stubbe, varav sedan kubikmassan över stubbe erhålles.

Som barkkaraktär har använts brösthöjdsdiameters barkprocent, varvid den dubbla barktjockleken uttryckts i procent av resp. diametern på och under bark. Den förra procenten har använts för formtalsfunktionen på bark och den senare för formtalet under bark.

Kronansättningen har karakteriserats av kronförhållandet, vilket definierats som den gröna kronans längd i procent av trädhöjden över mark. Vid den nedre krongränsens bestämmande anses ensam, frisk gren under den samlade gröna kronan ej tillhöra densamma, om den är isolerad från den övriga kronan av minst tre döda grenvarv. Härigenom erhålles en objektiv bestämning av kronförhållandet, vilket med det uppställda kravet på objektiva uppskattningsnormer varit avgörande för kronansättningens karakteriserande. Kronförhållandet är även ur biologiska och ekonomiska synpunkter en värdefull beskrivande faktor.

Det subjektiva moment, som bedömningen av formpunktens läge (vindtryckets angreppspunkt) utgör vid kubikmassans uppskattning enligt formpunktsmetoden (JONSON 1912), har sålunda eliminerats.

Sedan vi tagit ståndpunkt till vilka oberoende variabler, som böra provas, återstår att utreda i vilken form dessa skola införas i korrelationsräkningen, d. v. s. utjämningskvationens form. Härmed äro betydande svårigheter förenade. Vi skola här ej närmare gå in på den korrelationsanalytiska bearbetningen av det omfattande materialet, vilken utförts med hjälp av statistikmaskiner för sortering och addering av hålstansade kort. Denna bearbetning kommer att utförligare behandlas i en senare avhandling, och i det följande begränsa vi oss till att framlägga de härledda funktionerna för formtalets och kubikmassans beräkning (kuberingsfunktionerna) samt diskutera dessa funktioners praktiska användbarhet.

Ålderns betydelse för formtalets bestämning har endast studerats beträffande tallen. Härvid visade det sig, att åldern ej hade något inflytande på formtalet, utöver det som redovisades av diameter, höjd, kronförhållande och barkprocent.

### KAP. III. KUBERINGSFUNKTIONER FÖR TALL, GRAN OCH BJÖRK I NORRA SVERIGE.

I syfte att tillfredsställa olika taxeringsbehov har vid den korrelationsanalytiska bearbetningen härletts dels enkla funktioner, som endast fordra kännedom om trädets diameter och höjd, dels noggrannare och mera arbets-

krävande funktioner, som dessutom fordra kännedom om kronförhållandet samt i vissa fall diameters barkprocent. För småträden ha endast funktioner av den förra typen framlagts.

De vid den korrelationsanalytiska bearbetningen erhållna formtalsfunktionerna ha efter multiplikation med  $\frac{\pi}{4} d^2 h$ , där  $d$  och  $h$  betyda resp. diameter och höjd, transformerats till funktioner, som direkt ge trädets kubikmassa. Under vissa förhållanden äro dessa funktioner ur arbetssynpunkt fördelaktigare än formtalsfunktionerna, vilket närmare diskuteras i kap. V.

Formtals- och kubikmassfunktionerna äro i det efterföljande sammanförda trädslagsvis, varvid nedan angivna beteckningar och definitioner använts.

### Beteckningar och definitioner.

Observationer på bark avse funktioner för formtal och kubikmassa på bark. Observationer under bark avse funktioner för formtal och kubikmassa under bark.

Inom parentes anges i det efterföljande använda benämningar på i funktionerna ingående trädkaraktärer.

$b$  = dubbel barktjocklek vid brösthöjd uttryckt i mm (barktjocklek).

$B$  = brösthöjdsdiameters barkprocent angiven i procent av diametern på bark, resp. under bark (barkprocent).

$d$  = brösthöjdsdiameter på bark, resp. under bark i cm (diameter)

$f$  = brösthöjdsformtalet på bark, resp. under bark för stammen ovan stubbe, uttryckt i tusendelar och multiplicerat med 0,99 (formtal). Som stubbe räknas en procent av trädhöjden över mark. Detta formtal ger sålunda efter multiplikation med höjden över mark formhöjden över stubbe.

$h$  = trädets höjd över mark i m (höjd).

$k$  = krongränsens höjd över mark i m (krongränshöjd jfr s. 96)

$K$  = kronans längd i procent av trädets höjd över mark (kronförhållandet, jfr s. 96).

$v$  = trädets kubikmassa över stubbe och på bark, resp. under bark angiven i  $\text{dm}^3$  (kubikmassa).



# Tallens formtal och kubikmassa.

På bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 489,35 + 1296,11 \frac{1}{h} - 3,700 B - 0,9310 K \dots\dots\dots (1)$$

$$v = 0,1018 d^2 + 0,03112 d^2 h + 0,007312 d^2 k - 0,002906 d h b \dots\dots (2)$$

$$f = 390,81 + 1185,86 \frac{1}{h} + 35,88 \frac{h}{d} \dots\dots\dots (3)$$

$$v = 0,09314 d^2 + 0,03069 d^2 h + 0,002818 d h^2 \dots\dots\dots (4)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm.

$$v = 0,22 + 0,0504 d^2 h \dots\dots\dots (5)$$

Under bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 502,22 + 771,50 \frac{1}{h} + 2,257 B - 1,008 K \dots\dots\dots (6)$$

$$v = 0,06059 d^2 + 0,03153 d^2 h + 0,007919 d^2 k + 0,001773 d h b \dots\dots (7)$$

$$f = 463,55 + 699,14 \frac{1}{h} + 34,36 \frac{h}{d} \dots\dots\dots (8)$$

$$v = 0,05491 d^2 + 0,03641 d^2 h + 0,002699 d h^2 \dots\dots\dots (9)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm.

$$v = 0,15 + 0,0488 d^2 h \dots\dots\dots (10)$$

## Granens formtal och kubikmassa.

På bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 284,91 + 1403,45 \frac{1}{h} + 245,61 \frac{h}{d} - 708,56 \frac{h}{d^2} - 0,7513 K \dots\dots\dots (11)$$

$$v = 0,1102 d^2 + 0,01648 d^2 h + 0,005901 d^2 k + 0,01929 dh^2 - 0,05565 h^2 \dots\dots\dots (12)$$

$$f = 191,54 + 1530,31 \frac{1}{h} + 298,09 \frac{h}{d} - 839,09 \frac{h}{d^2} \dots\dots\dots (13)$$

$$v = 0,1202 d^2 + 0,01504 d^2 h + 0,02341 dh^2 - 0,06590 h^2 \dots\dots\dots (14)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm

$$v = 0,22 + 0,0849 d^2 + 0,0311 d^2 h \dots\dots\dots (15)$$

Under bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 290,93 + 1346,06 \frac{1}{h} + 226,83 \frac{h}{d} - 595,98 \frac{h}{d^2} - 0,7980 K \dots\dots\dots (16)$$

$$v = 0,1057 d^2 + 0,01658 d^2 h + 0,006267 d^2 k + 0,01782 dh^2 - 0,04681 h^2 \dots\dots\dots (17)$$

$$f = 193,84 + 1467,46 \frac{1}{h} + 276,26 \frac{h}{d} - 700,45 \frac{h}{d^2} \dots\dots\dots (18)$$

$$v = 0,1153 d^2 + 0,01522 d^2 h + 0,02170 dh^2 - 0,05501 h^2 \dots\dots\dots (19)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm.

$$v = 0,15 + 0,0832 d^2 + 0,0312 d^2 h \dots\dots\dots (20)$$

## Björkens formtal och kubikmassa.

På bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 414,20 + 533,74 \frac{1}{h} + 47,35 \frac{h}{d} - 2,154 B - 0,4154 K \dots\dots\dots (21)$$

$$v = 0,04192 d^2 + 0,02927 d^2 h + 0,003263 d^2 k + 0,003719 dh^2 - 0,001692 d h b \quad (22)$$

$$f = 368,17 + 473,00 \frac{1}{h} + 63,44 \frac{h}{d} \dots\dots\dots (23)$$

$$v = 0,03715 d^2 + 0,02892 d^2 h + 0,004983 dh^2 \dots\dots\dots (24)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm.

$$v = 0,10 + 0,0613 d^2 + 0,0315 d^2 h \dots\dots\dots (25)$$

Under bark.

Trädets brösthöjdsdiameter större än 5 cm.

$$f = 404,30 + 423,71 \frac{1}{h} + 47,05 \frac{h}{d} - 0,3808 K \dots\dots\dots (26)$$

$$v = 0,03328 d^2 + 0,02876 d^2 h + 0,002991 d^2 k + 0,003695 dh^2 \dots\dots (27)$$

$$f = 384,88 + 344,14 \frac{1}{h} + 55,34 \frac{h}{d} \dots\dots\dots (28)$$

$$v = 0,02703 d^2 + 0,03023 d^2 h + 0,004346 dh^2 \dots\dots\dots (29)$$

Trädets brösthöjdsdiameter mindre än 5 cm.

$$v = 0,07 + 0,0472 d^2 + 0,0344 d^2 h \dots\dots\dots (30)$$

## KAP. IV. FUNKTIONERNAS NOGGRANNHET.

Formtalsfunktionernas medelavvikelse samt de ingående konstanternas medelfel framgå av tab. 4. Medelavvikelsen för enskilt träd mellan observerat och beräknat formtal (funktionens medelavvikelse) utgör för exempelvis funktion (1) 6,53 procent. De observerade formtalens medelavvikelse kring sitt eget medeltal är 11,34 procent, varför medelavvikelsen avsevärt nedbringats genom korrelationsfunktionen. Denna minskning av medelavvikelsen är betydligt större för tall- och granfunktionerna än för björk-funktionerna.

De större funktionerna visa för tall och gran ej oväsentligt lägre medelavvikelse än de mindre och äro således noggrannare. För björken är

Tab. 4. Formtalsfunktionernas medelavvikelse samt de ingående konstanternas medelfel. Die Dispersion der Formzahlfunktion und der mittlerer Fehler die eingehenden Konstanten.

Trädslag Baumart	Funk- tion Nr	An- tal träd An- zahl Bäume	Medel- avvikelse från Dispersion von		Konstanternas medelfel i procent Der mittlerer Fehler der Konstanten in Prozent					
			medel- talet dem Mittel- wert %	funk- tionen der Funk- tion %	Konstanta Der konstante Ausdruck	Koefficienten för Der Koefficient für				
						$\frac{1}{h}$	$\frac{h}{d}$	$\frac{h}{d^2}$	$B$	$K$
Tall på bark . . . . .	1	2 031	11,34	6,53	0,8	1,6	—	—	7,4	6,5
Kiefer auf Rinde										
» » » . . . . .	3	2 031	11,34	6,98	0,9	1,9	10,7	—	—	—
» under » . . . . .	6	2 096	9,49	7,32	0,9	3,0	—	—	11,1	6,9
» » » . . . . .	8	2 096	9,49	7,71	0,8	3,6	11,4	—	—	—
Gran på bark . . . . .	11	1 500	15,15	7,69	4,5	3,6	4,9	10,1	—	10,3
Fichte auf Rinde										
» » » . . . . .	13	1 500	15,15	7,93	4,6	3,2	3,8	8,6	—	—
» under » . . . . .	16	1 500	15,16	8,07	4,5	3,8	5,0	10,1	—	10,1
» » » . . . . .	18	1 500	15,16	8,33	4,7	3,5	3,8	8,7	—	—
Björk på bark . . . . .	21	837	9,89	8,59	2,8	12,6	15,6	—	26,0	31,7
Birke auf Rinde										
» » » . . . . .	23	837	9,89	8,69	1,8	13,1	10,4	—	—	—
» under » . . . . .	26	837	9,89	9,07	2,5	16,7	15,4	—	—	36,9
» » » . . . . .	28	837	9,89	9,10	1,9	18,8	11,9	—	—	—

motsvarande skillnad i medelavvikelse ringa, vilket särskilt gäller funktionerna för formtalet under bark. Funktionens medelavvikelse är emellertid endast ett summariskt uttryck för dess noggrannhet, och vi återkomma till denna fråga i det efterföljande (s. 109). Funktionerna för formtalet på bark ha genomgående mindre medelavvikelse än motsvarande funktioner under bark.

Medelavvikelsen varierar för de större och noggrannare funktionerna mellan 6,53—9,07 procent. För de enklare funktionerna äro motsvarande siffror 6,98—9,10 procent. Medelavvikelsen gäller det enskilda trädet, men vi skola i det följande även behandla det fel, som kan förväntas vid kubering av ett flertal träd.

Kubikmassefunktionerna för småträden äro ej medtagna i tab. 4. Medelavvikelsen är här större och varierar mellan 10—16 procent, varvid björken har de högre värdena. För de behov vid det praktiska taxeringsarbetet, som funktionerna äro avsedda att fylla, torde detta resultat få betraktas som tillfredsställande.

Medelfelet på de i funktionerna ingående konstanterna har beräknats och framgår av tab. 4. Medelfelsprocenternas inbördes storleksordning anger också den ordning, i vilken variablerna ha betydelse för formtalets bestämning. Den variabel, vars koefficient har den minsta medelfelsprocenten, är av den största betydelsen. I tallfunktionerna har sålunda kronförhållandet större betydelse än barkprocenten, och i granfunktionerna har förhållandet mellan höjd och diameter större betydelse än kronförhållandet. Då kronförhållandet ingår i tallfunktionerna, är förhållandet mellan höjd och diameter av så ringa värde, att denna variabel utesluts.

Vid jämförelse mellan konstanternas felprocenter bör observeras, att olika provstamsantal ligga till grund för funktionerna. Konstanterna i tall- och granfunktionerna äro bestämda med stor noggrannhet. I björkfunktionerna (21 och 26) äro koefficienterna för kronförhållandet och barkprocenten behäftade med större medelfel. Det har dock ansetts berättigat att medtaga dessa variabler (jfr s. 110).

Av större intresse än funktionernas medelavvikelse är det fel, som kan förväntas vid kuberingen av ett flertal till samma dimensionsklass eller bestånd hörande träd. Härvid blir i princip det procentuella medelfelet i totala kubikmassan genomsnittligt mindre än funktionens procentuella medelavvikelse ( $\sigma$ ), emedan en viss felutjämning äger rum mellan de enskilda träden ( $N$  stycken), men större än  $\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ , emedan felen ej äro helt oberoende av varandra, varigenom för klassen eller beståndet systematiska fel uppkomma.

Tab. 5. Jämförelse mellan beräknade och observerade formtal under bark. Tall.  
Vergleichung zwischen berechneten und beobachteten Formzahlen unter Rinde, Kiefer.

$$f = 502,22 + 771,50 \frac{1}{h} + 2,257 B - 1,008 K$$

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under bark i centimeter Brusthöhendurchmesser unter Rinde in Centimeter														Summa träd Summe Bäume
	5,0— 7,9	8,0— 10,9	11,0— 13,9	14,0— 16,9	17,0— 19,9	20,0— 22,9	23,0— 25,9	26,0— 28,9	29,0— 31,9	32,0— 34,9	35,0— 37,9	38,0— 40,9	41,0— 43,9	44,0— 46,9	
	Differens i procent av beräknat formtal Differenz in Prozent der berechneten Formzahl Antalet träd anges inom parentes Die Anzahl der Bäume wird in Klammer angegeben														
3,0— 4,9	+ 1,65 (7)	+ 3,60 (3)													10
5,0— 6,9	+ 2,09 (37)	+ 3,08 (5)	— 0,36 (11)	+ 3,94 (4)											57
7,0— 8,9	+ 1,71 (124)	— 0,22 (32)	— 7,27 (6)	— 4,60 (10)	— 4,72 (9)	— 1,99 (2)	— 4,07 (1)								184
9,0—10,9	— 1,37 (62)	— 0,33 (101)	— 0,61 (33)	— 0,09 (14)	+ 3,26 (5)	— 2,82 (4)	— 3,28 (8)	+ 0,60 (5)	— 3,28 (1)	— 6,86 (1)	+ 6,90 (2)				236
11,0—12,9	+ 0,80 (3)	+ 0,24 (96)	— 0,12 (120)	— 0,45 (28)	— 4,02 (11)	— 2,48 (6)	— 0,12 (3)	+ 3,11 (3)	+ 0,71 (4)	+ 1,08 (2)					276
13,0—14,9		— 1,42 (27)	— 1,21 (122)	— 0,74 (93)	+ 0,80 (54)	— 0,33 (14)	— 1,56 (4)	+ 4,65 (3)	— 0,59 (1)	+ 3,16 (2)					320
15,0—16,9		— 5,10 (1)	— 1,05 (55)	— 2,05 (132)	— 0,36 (85)	— 0,25 (38)	+ 0,76 (27)	+ 0,08 (7)	+ 1,04 (4)	— 0,20 (1)					350
17,0—18,9				— 1,06 (38)	— 0,57 (72)	+ 1,73 (71)	— 0,70 (54)	+ 0,77 (16)	+ 8,02 (4)		+ 3,91 (2)			+ 4,39 (1)	258
19,0—20,9			— 1,58 (1)	+ 5,31 (4)	+ 0,01 (27)	— 2,46 (34)	+ 2,59 (35)	+ 0,17 (27)	+ 3,61 (15)	+ 3,80 (6)	— 2,05 (2)				151
21,0—22,9				+ 2,79 (1)	— 2,44 (7)	+ 3,19 (25)	+ 0,30 (17)	+ 0,66 (26)	+ 3,93 (19)	+ 2,58 (8)	+ 10,45 (1)				104
23,0—24,9						+ 4,00 (6)	+ 2,21 (10)	+ 3,42 (11)	+ 0,84 (5)	+ 3,91 (4)	+ 2,81 (5)	+ 4,04 (4)	+ 5,10 (1)		46
25,0—26,9							+ 4,16 (2)	+ 10,75 (1)	— 1,28 (3)	— 3,48 (5)					11
Summa träd Summe Bäume	233	265	348	324	270	200	161	99	56	29	12	4	1	1	2 003

Tab. 6. Jämförelse mellan beräknade och observerade  
Vergleichung zwischen berechneten und beobachteten

$$f = 290,93 + 1346,06 \frac{1}{h} + 226,83 \frac{h}{d}$$

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under Brusthöhendurchmesser unter											
	5,0—7,9	8,0—10,9	11,0—13,9	14,0—16,9	17,0—19,9	20,0—22,9	23,0—25,9	26,0—28,9	29,0—31,9	32,0—34,9	35,0—37,9	38,0—40,9
	Differens i procent av Differenz in Prozent der Antalet träd anges Die Anzahl der Bäume wird											
3,0—4,9	— 1,22 (34)											
5,0—6,9	+ 0,44 (109)	+ 1,41 (18)										
7,0—8,9	+ 0,46 (43)	+ 0,15 (73)	— 1,10 (13)	+ 1,69 (3)			+ 0,40 (1)					
9,0—10,9	— 2,57 (6)	+ 0,29 (67)	— 0,12 (40)	— 4,73 (10)	+ 3,02 (2)	— 1,31 (4)	+ 4,55 (2)					
11,0—12,9	+ 9,67 (1)	+ 2,65 (23)	+ 0,45 (77)	+ 0,37 (31)	— 3,42 (6)	— 2,28 (6)	+ 2,70 (5)	+ 7,33 (2)		+ 6,17 (2)	+ 13,48 (1)	
13,0—14,9			+ 0,09 (45)	— 2,13 (58)	— 2,79 (28)	— 0,62 (21)	+ 4,22 (12)	+ 6,50 (4)	— 1,99 (1)	+ 8,73 (2)	+ 1,88 (6)	
15,0—16,9			+ 3,14 (13)	— 0,54 (60)	— 0,77 (49)	— 2,83 (28)	— 1,69 (16)	— 0,96 (11)	+ 6,74 (7)		+ 4,84 (2)	+ 7,26 (2)
17,0—18,9				+ 0,30 (23)	— 0,96 (40)	— 3,45 (33)	— 2,52 (23)	— 4,94 (11)	+ 0,02 (10)		+ 3,88 (5)	+ 4,35 (5)
19,0—20,9				— 0,19 (4)	+ 2,35 (23)	— 1,82 (26)	— 0,06 (35)	— 4,15 (13)	— 3,31 (16)	— 0,34 (2)		+ 4,86 (3)
21,0—22,9					+ 7,13 (5)	+ 1,20 (19)	+ 0,80 (19)	— 1,04 (19)	+ 0,74 (9)	— 2,44 (2)	+ 6,49 (6)	— 1,06 (2)
23,0—24,9					+ 8,90 (3)	+ 1,06 (9)	+ 2,67 (13)	+ 1,88 (11)	— 7,73 (6)	+ 2,69 (10)	— 0,21 (2)	
25,0—26,9							— 2,25 (4)	+ 0,62 (5)	— 1,42 (9)	— 0,70 (1)	— 2,85 (7)	
27,0—28,9								+ 3,03 (2)	— 0,96 (1)	+ 4,95 (3)		— 11,96 (1)
29,0—30,9											+ 4,06 (2)	
S:a träd Summe Bäume	193	181	188	189	156	146	130	78	59	22	31	13

formtal under bark. Gran.

Formzahlen unter Rinde. Fichte.

$$-595,98 \frac{h}{d^2} - 0,7980 K.$$

bark i centimeter

Rinde in centimeter

41,0— 43,9	44,0— 46,9	47,0— 49,9	50,0— 52,9	53,0— 55,9	56,0— 58,9	59,0— 61,9	62,0— 64,9	65,0— 67,9	68,0— 70,9	71,0— 73,9	74,0— 76,9	77,0— 79,9	Summa träd Summe Bäume
													34
													127
													133
													131
													154
		+ 10,56 (1)											178
+ 7,75 (3)	+ 8,98 (1)	+ 10,03 (1)			+ 11,61 (1)								194
— 4,51 (2)	+ 20,19 <sup>1</sup> (1)	+ 8,87 (2)	+ 15,15 <sup>2</sup> (1)	+ 16,16 <sup>3</sup> (1)			+ 19,34 <sup>4</sup> (1)						158
— 1,82 (4)	+ 1,43 (2)	— 3,32 (1)	— 2,33 (1)	+ 18,33 <sup>5</sup> (1)					+ 12,99 (1)				132
— 7,16 (1)	+ 8,62 (2)											— 19,23 <sup>6</sup> (1)	85
													54
													26
													7
													2
10	6	5	2	2	1		1		1			1	1 415

Formklass under bark: <sup>1</sup> = 0,389; <sup>2</sup> = 0,373; <sup>3</sup> = 0,438; <sup>4</sup> = 0,403; <sup>5</sup> = 0,397; <sup>6</sup> = 0,537

Formquotient under Rinde



Tab. 7. Jämförelse mellan beräknade och observerade formtal under bark. Björk.  
Vergleichung zwischen berechneten und beobachteten Formzahlen unter Rinde. Birke.

$$f = 404,30 + 423,71 \frac{1}{h} + 47,05 \frac{h}{d} - 0,3808 K.$$

Höjd över mark Höhe über Boden  m	Brösthöjdsdiameter under bark i centimeter Brusthöhendurchmesser unter Rinde in Centimeter										Summa träd Summe Bäume
	5,0—7,9	8,0—10,9	11,0—13,9	14,0—16,9	17,0—19,9	20,0—22,9	23,0—25,9	26,0—28,9	29,0—31,9	32,0—34,9	
	Differens i procent av beräknat formtal Differenz in Prozent der berechneten Formzahl										
	Antalet träd anges inom parentes Die Anzahl der Bäume wird in Klammer angegeben										
5,0—6,9	— 1,7 <sup>2</sup> (7)										7
7,0—8,9	+ 3,45 (30)	+ 2,9 <sup>6</sup> (4)	+ 12,9 <sup>1</sup> (1)								35
9,0—10,9	— 2,1 <sup>8</sup> (16)	+ 0,1 <sup>5</sup> (28)	+ 6,2 <sup>5</sup> (9)	+ 6,1 <sup>2</sup> (3)							56
11,0—12,9	+ 1,8 <sup>4</sup> (2)	— 1,8 <sup>2</sup> (35)	+ 0,0 <sup>8</sup> (30)	+ 1,3 <sup>9</sup> (18)	+ 2,8 <sup>6</sup> (9)						94
13,0—14,9	— 5,2 <sup>8</sup> (1)	— 1,4 <sup>2</sup> (43)	— 1,7 <sup>3</sup> (98)	— 1,5 <sup>7</sup> (40)	— 4,7 <sup>5</sup> (16)	+ 0,6 <sup>4</sup> (4)					202
15,0—16,9		+ 3,1 <sup>3</sup> (9)	— 1,0 <sup>4</sup> (77)	— 2,1 <sup>9</sup> (89)	— 4,0 <sup>2</sup> (16)	— 4,7 <sup>3</sup> (10)	+ 3,2 <sup>7</sup> (4)				205
17,0—18,9		+ 4,0 <sup>4</sup> (1)	+ 4,3 <sup>5</sup> (5)	+ 0,9 <sup>5</sup> (39)	+ 1,9 <sup>8</sup> (29)	+ 0,4 <sup>2</sup> (14)	+ 5,3 <sup>1</sup> (9)	+ 8,8 <sup>7</sup> (2)			99
19,0—20,9			+ 15,0 <sup>6</sup> (1)	+ 4,2 <sup>0</sup> (5)	— 0,0 <sup>8</sup> (10)	+ 5,8 <sup>0</sup> (7)	+ 5,7 <sup>4</sup> (12)	+ 0,5 <sup>4</sup> (3)			38
21,0—22,9				— 2,4 <sup>2</sup> (3)	+ 1,0 <sup>9</sup> (6)	+ 4,7 <sup>7</sup> (10)	+ 4,2 <sup>0</sup> (9)	— 0,1 <sup>7</sup> (7)	— 9,9 <sup>9</sup> (1)		36
23,0—24,9					— 0,8 <sup>2</sup> (1)	+ 4,6 <sup>2</sup> (3)	+ 2,4 <sup>1</sup> (9)	— 5,6 <sup>8</sup> (6)	+ 3,6 <sup>2</sup> (2)	— 6,6 <sup>3</sup> (1)	22
25,0—26,9							+ 5,2 <sup>3</sup> (1)	— 1,3 <sup>3</sup> (1)			2
Summa träd Summe Bäume	56	120	221	197	87	48	44	19	3	1	796

Sålunda kan en sortering av stammarna ske på sådant sätt, att inom en klass eller ett bestånd samla sig övervägande träd, som kuberas för lågt med funktionen, och i annat fall hopa sig huvudsakligen sådana träd, för vilka för höga resultat erhållas. I syfte att belysa denna fråga ha såväl dimensionsklassvisa som beståndsvisa jämförelser mellan beräknade och observerade formtal och kubikmassor utförts. Vi skola först uppehålla oss med den förra jämförelsen.

Det provstamsmaterial, som ligger till grund för funktionerna, har sorterats på diameterklasser av 3 cms vidd och dessa i sin tur i höjdklasser om 2 ms vidd. För de så erhållna dimensionsgrupperna har en jämförelse utförts mellan de beräknade och observerade genomsnittliga formtalen. Resultatet av en sådan jämförelse med de noggrannare funktionerna för formtalet under bark (n:r 6, 16 och 26, s. 98) återgives i tab. 5—7. Differensen mellan beräknat och observerat formtal är uttryckt i procent av det beräknade värdet. En positiv differens betyder här i överensstämmelse med i praktiken gängse språkbruk, att det beräknade formtalet är större än det observerade.

Tab. 5 gäller tallen och visar en mycket god överensstämmelse mellan beräknade och observerade värden. Differenserna äro övervägande små och uppgå i regel endast till något större belopp i grupper, där trädantalet är ringa. Positiva och negativa differenser äro ganska väl fördelade och några utpräglade systematiska tendenser kunna ej anses föreligga.

För granen (tab. 6) gäller detsamma om diameterklasserna under 44,0 cm. De grövre diameterklasserna däremot ha alldeles övervägande positiva differenser, och dessa äro avsevärt större än för det övriga materialet. Träden över 44 cm härstamma samtliga från två lokaler i själva barrskogsgränsen (Borgafjället och Blaikfjället). För differenser över 15 procent har formklassen under bark angivits i en not under tabellen, varav framgår, att träden äro av extrem fjälltyp med ofta neiloidisk stamform. Resultatet för dessa sällsynt förekommande stamformer måste ur praktisk taxeringssynpunkt anses tillfredsställande.

Tab. 7 återger en motsvarande jämförelse för björken. Överensstämmelsen mellan beräknade och observerade formtal är god och några markerade systematiska tendenser förefinnas ej.

Samma jämförelse med motsvarande funktioner för formtalet på bark (n:r 1, 11 och 21) har lämnat likartade resultat. Detsamma gäller även de enklare funktionerna (n:r 8, 18, 28 och 3, 13, 23), men differenserna äro här igenomsnitt något högre. Vi återkomma i det följande till en närmare gradering av funktionerna med hänsyn till deras noggrannhet.

Vid den beståndsvisa jämförelsen har utan val och genom kvotberäkning uttagits 10 provytor eller bestånd bland det material, som ligger till grund för resp. funktion, varefter till dessa hörande provträd stamvis

Tab. 8. Jämförelse mellan beräknad  
Vergleichung zwischen berechneter

T a b Kiefer								G r a n Fichte			
Provyta Probefläche  N:r	Antal träd Anzahl Bäume	Summa observerad kubikmassa Summe beobachtete Kubikmasse		på bark auf Rinde		under bark unter Rinde		Provyta Probefläche  N:r	Antal träd Anzahl Bäume	Summa observerad kubikmassa Summe beobachtete Kubikmasse	
		på bark auf Rinde m³	under bark unter Rinde m³	Funktion n:r Funktion						på bark auf Rinde m³	under bark unter Rinde m³
				2	4	7	9				
3: III	30	5,655	5,090	+ 4,15	+ 3,38	+ 3,02	+ 4,34	267	20	7,094	6,381
56: I	19	3,120	2,741	— 0,11	— 0,48	+ 0,40	+ 0,52	381	20	10,998	9,804
87: I	54	7,666	6,840	— 2,35	— 4,53	— 3,33	— 2,63	384	20	3,150	2,784
610: II	66	2,701	2,230	+ 0,04	— 0,96	+ 2,05	+ 1,46	588	18	1,771	1,479
612: I	53	15,537	13,480	+ 1,06	+ 0,77	+ 1,58	+ 1,25	S.f. 5: I	19	2,928	2,455
627: I	44	5,411	4,514	— 2,74	— 3,35	— 2,40	— 5,27	V.S. 1931	20	5,385	4,486
633	27	22,222	19,874	+ 0,04	— 1,40	+ 0,16	+ 0,51	535	20	3,894	3,371
B 6	33	12,114	10,528	+ 2,91	+ 2,87	+ 3,26	+ 3,81	386	20	6,158	5,520
B 24	39	11,776	10,038	— 1,73	— 2,27	— 0,74	— 2,68	T 14. V. S.	20	5,899	5,012
G. H.	49	12,642	10,504	+ 2,13	+ 1,92	+ 2,57	+ 2,45	39	20	2,567	2,170
Medeltal Mittelwert	41	9,884	8,584					Medeltal Mittelwert	20	4,984	4,346
Numeriskt medelvärde Numerischer Mittelwert				1,73	2,19	1,95	2,49	Numeriskt medelvärde Numerischer Mittelwert			
Medelfel i procent Mittlerer Fehler in Prozent				± 1,98	± 2,37	± 2,14	± 2,56	Medelfel i procent Mittlerer Fehler in Prozent			

kuberats med hjälp av den funktion, jämförelsen avser. Den så erhållna kubikmassan per provyta eller bestånd jämföres i tab. 8 med de värden sektionsmätningen lämnat, varvid differensen uttryckts i procent av den beräknade kubikmassan. En positiv differens betyder liksom ovan att det beräknade formtalet är större än det observerade, I tabellen har angivits kubikmassefunktionens nummer (s. 98), men jämförelsen gäller givetvis även motsvarande formtalsfunktion.

Betrakta vi den vid enmeterssektioneringen erhållna kubikmassan som riktig, framgår av tab. 8 att för exempelvis tall och funktion (2) de olika ytorna äro behäftade med ett fel, vars numeriska värde varierar mellan 0,04—4,15 procent och i genomsnitt uppgår till 1,73 procent. Medelfelet å den beräknade kubikmassan per provyta utgör 1,98 procent. Detta medelfel har härletts utan hänsynstagande till provytornas olika vikt. Vid jämförelser mellan funktionerna för de olika trädslagen bör observeras, att det genomsnittliga antalet träd per provyta varierar och utgör 41 st. för tallen, 20 st. för granen och 29 st. för björken.

Differenserna (felen) i tab. 8 få i princip anses bestå av en del, som är

och observerad kubikmassa.  
und beobachteter Kubikmasse.

				B j ö r k B i r k e							
på bark auf Rinde		under bark unter Rinde		Provyta Probefläche  N:r	Antal träd Anzahl Bäume	Summa observerad kubikmassa Summe beobachtete Kubikmasse		på bark auf Rinde		under bark unter Rinde	
Funktion n:r Funktion						Funktion n:r Funktion					
12	14	17	19			på bark	under bark	22	24	27	29
Differens i procent Differenz in Prozent						auf Rinde m³	unter Rinde m³	Differens i procent Differenz in Prozent			
+ 3,54	+ 3,71	+ 2,93	+ 3,01	144	29	2,843	2,528	— 2,88	— 3,17	— 2,81	— 2,36
— 2,07	— 3,45	— 1,75	— 3,41	146	36	5,070	4,201	— 1,68	— 0,60	+ 0,41	+ 1,10
— 3,31	— 2,66	— 3,11	— 2,54	147	24	9,685	8,417	+ 4,11	+ 4,51	+ 4,25	+ 5,02
+ 1,37	+ 1,30	+ 0,16	+ 0,24	493: I	16	1,023	0,889	— 0,29	— 0,76	+ 0,79	+ 0,80
+ 0,31	+ 0,22	+ 0,53	+ 0,56	593	26	5,958	5,302	+ 5,06	+ 5,39	+ 3,99	+ 4,79
— 0,85	— 0,68	— 1,17	— 0,83	606	29	2,357	2,084	— 0,54	— 1,65	— 2,03	— 2,71
— 1,02	— 0,68	— 2,21	— 1,83	607	37	5,328	4,794	— 0,96	— 2,37	— 2,53	— 3,04
— 3,65	— 4,22	— 3,94	— 4,72	S.f. 56: III	30	8,956	7,381	+ 2,14	+ 2,74	+ 3,05	+ 3,12
— 0,35	+ 0,90	— 0,10	+ 1,28	S.f. 58: I	30	2,974	2,638	+ 3,09	+ 2,66	+ 2,35	+ 2,96
+ 3,49	+ 4,55	+ 5,16	+ 6,25	V.S. 8: II	34	5,113	4,198	— 1,34	— 0,95	+ 0,35	+ 0,07
				Medeltal Mittelwert	29	4,931	4,243				
2,00	2,24	2,11	2,47			Numeriskt medelvärde Numerischer Mittelwert		2,21	2,48	2,26	2,60
± 2,76	± 3,48	± 2,73	± 3,60			Medelfel i procent Mittlerer Fehler in Prozent		± 3,69	± 4,10	± 3,79	± 4,39

gemensam för beståndet i fråga och därigenom förorsakar ett systematiskt fel, samt en återstående del, som härleder från tillfälliga avvikelser hos de enskilda träden. Endast den senare delen kan minskas genom att öka provträsantalet. Proportionerna mellan differensens systematiska och tillfälliga del variera givetvis betydligt.

Tabellen visar, att funktionerna lämnat en mycket god uppskattning av kubikmassan. För samtliga funktioner är kubikmassan på bark något säkrare bestämd än kubikmassan under bark. De större funktionerna, som fordra kännedom om diameter, höjd, kronförhållande och i vissa fall barkprocent, ha givit noggrannare resultat än de enklare funktionerna, vilka endast grunda sig på diameter och höjd. Denna vinst i noggrannhet är störst för tallen.

De större björkfunktionerna ha lämnat överraskande goda resultat med hänsyn till den ringa minskning, som erhöles med avseende på medelavvikelsen (tab. 4, s. 101). De större och mindre funktionerna ge endast för mera extrema värden på kronförhållande och barkprocent nämnvärt avvikande

Tab. 9. Jämförelse mellan medelstammens kubikmassa under bark för olika trädslag och dia-  
Material från 1938 års riksskogs-  
Vergleichung zwischen der Kubikmasse unter Rinde des Mittelstammes für verschiedene Baum-  
der Formpunktmethode. Material aus der Reichswald-

Trädslag Baumart	Kuberingsmetod Kubierungsmethode	Diameter- Durchmesser-			
		10—		15—	
		Antal provträd Anzahl Proebäume		Antal provträd Anzahl Proebäume	
		dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %	dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %
Tall Kiefer	Funktion (7) (a)	48,55	77	119,39	87
	Funktion		+ 5,1		+ 4,8
	Formpunktsmetoden (b)	46,21		113,97	
	Formpunktmethode				
Gran Fichte	Funktion (17) (a)	46,76	369	112,16	345
	Funktion		+ 2,0		— 0,1
	Formpunktsmetoden (b)	45,86		112,28	
	Formpunktmethode				
Björk Birke	Funktion (27) (a)	50,95	114	120,93	89
	Funktion		— 11,7		— 12,3
	Formpunktsmetoden (b)	57,73		137,86	
	Formpunktmethode				
Övriga lövträd Übrige Laubbäume	Funktion (27) (a)	54,85	60	114,23	62
	Funktion		— 11,6		— 11,5
	Formpunktsmetoden (b)	62,04		129,08	
	Formpunktmethode				

resultat, varför de större funktionernas överlägsenhet enligt tab. 8 torde bero på en starkare sortering av provstammarna med avseende på dessa faktorer, när de sammanföras beståndsvis, än vad fallet är för tall och gran. De utförligare björkfunktionerna synas därför fylla ett behov vid sådana uppskattningar, där extrema trädtyper förekomma i större omfattning.

De enklare funktionerna ha med hänsyn till det mindre arbetsbehovet vid såväl fältarbetet som kontorsarbetet lämnat för vissa praktiska behov tillfredsställande resultat.

Såsom mått på noggrannheten vid uppskattningen av bestånd, måste den ovannämnda ytvisa jämförelsen anses vara sträng, emedan ett mindre antal representativa träd för en liten provyta utgör en ganska ensartad grupp, som kan förväntas ha större benägenhet än hela bestånd att giva ensidiga avvikelser från genomsnittsförhållanden.

meterklasser vid kubering enligt funktionerna (7), (17), (27) samt enligt formpunktsmetoden. taxering av Västernorrlands län.

arten och Durchmesserklassen bei Kubierung nach den Funktionen (7), (17), (27) und nach taxierung des Jahres 1938 im Län von Västernorrland.

k l a s s									
k l a s s e									
20—		25—		30—		35—		40—	
Antal provträd		Antal provträd		Antal provträd		Antal provträd		Antal provträd	
Anzahl Probäume		Anzahl Probäume		Anzahl Probäume		Anzahl Probäume		Anzahl Probäume	
dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %	dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %	dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %	dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %	dm <sup>3</sup>	$\frac{a-b}{b}$ %
156 230,5 + 5,2 219,2		67 374,9 + 3,7 361,4		70 586,5 + 2,4 572,5		18 798,0 + 3,2 773,2		7 1 008,1 + 4,1 968,6	
363 215,3 — 3,5 223,0		125 345,7 — 5,2 364,7		82 553,5 — 8,0 601,8		23 763,5 — 10,1 849,7		4 1 134,7 — 11,2 1 278,2	
129 224,3 — 11,6 253,7		35 328,2 — 11,4 370,4		29 507,2 — 13,6 587,1		6 823,6 — 16,2 983,1		— — — —	
28 228,8 — 11,7 259,0		14 328,5 — 11,6 371,5		21 514,0 — 12,5 587,5		16 699,0 — 12,5 799,0		4 875,0 — 16,7 1 050,9	
								2 1 632,0 — 12,5 1 865,4	

Vid här lämnade prov på kuberingsfunktionernas noggrannhet ha vi hållit oss inom det material, som ligger till grund för funktionerna; emedan annat jämförelseobjekt ej stått till buds. Men detta material är mycket omfattande och innesluter ej endast de i praktiskt skogsbruk vanligaste trädtypeperna, utan för tall och gran förekomma i ej obetydlig omfattning även mera extrema stamformer från fjälltrakterna och kustbandet. De utförda jämförelserna torde därför ge en god uppfattning om funktionernas användbarhet.

Vid den praktiska tillämpningen av funktionerna tillkommer den osäkerhet, som härleder från observationsfel vid bestämningen av diameter, höjd, krongräns och barktjocklek.

En jämförelse mellan kubikmassans beräkning enligt de noggrannare funktionerna och kubering enligt formpunktsmetoden är av stort intresse. Vid den pågående riksskogstaxeringen, där

ovannämnda funktioner använts för kubikmassans uppskattning, har en jämförande undersökning utförts i syfte att möjliggöra en jämförelse med den föregående taxeringen, då formpunktsmetoden tillämpades. Resultatet av en sådan jämförelse beträffande kubikmassan under bark återges i tab. 9. Materialet för denna jämförelse är objektivt uttaget som en viss kvot av provträden från 1938 års riksskogstaxering av Västernorrlands län. För tall och gran har denna kvot gällt Ångermanälvens, Mo och Gide älvars flodområden inom länet, men för björk och lövträd har kvoten avsett hela länet. Kuberingarna äro i princip utförda individuellt utan klassindelningar.

Av tabellen framgår, att tydliga systematiska skillnader föreligga mellan metoderna. Vi skola här närmare diskutera dessa skillnader mot bakgrunden av tidigare erfarenheter om formpunktsmetoden.

För tallen har funktionen genomgående givit högre kubikmassa än formpunktsmetoden. Differensen varierar mellan 2,4—5,2 procent och visar en tendens att minska med stigande diameter. Enligt tidigare utförda kontrollundersökningar över formpunktsmetoden (jfr bl. a. JONSON 1928 a) synes den för tallen i medeltal ge för låg kubikmassa, och denna underskattning är av samma storleksordning som den här framkomna genomsnittliga differensen.

För granen har funktionen i diameterklass 10— givit högre kubikmassa än formpunktsmetoden, men i övriga klasser är förhållandet motsatt. Denna negativa differens stiger från 0,1 procent i diameterklass 15— till 13,4 procent i klass 45+. Av JONSON framlagda kontrollundersökningar (JONSON 1928 a och b, *Riksskogstaxeringsnämnden* 1932) framgår, att formpunktsmetoden underskattar granens kubikmassa i de lägre diameterklasserna och överskattar den i de högre klasserna. De erhållna värdena på denna under- och överskattning äro av samma storleksordning som ovannämnda differenser.

För björken har funktionen genomgående givit lägre kubikmassa än formpunktsmetoden, och differensen uppgår i medeltal för de olika diameterklasserna till 12,8 procent. Vid riksskogstaxeringen av Västernorrlands län har björkfunktionen även använts för kuberingen av övriga lövträd. Det framgår av tabellen, att funktionen även här lämnat lägre kubikmassa än formpunktsmetoden. Differensen är av ungefär samma storlek som för björken. Kontrollundersökningar ha visat, att formpunktsmetoden vid kubering av björk (PETRINI 1925 s. 156) och asp (EKLUND och WENMARK 1925 s. 195) systematiskt ger avsevärt för hög kubikmassa. Härvid förtjänar påpekas, att detta resultat erhållits för björken trots man sökt korrigera formpunkten enligt JONSONS anvisningar (JONSON 1912 och 1929). Undersökningarna hade emellertid relativt liten omfattning och kunna ej generaliseras beträffande överskattningens storlek. Formpunktsmetoden gav för björken i genomsnitt omkring 8 procent för hög kubikmassa.

Vid kubering av »starkt grenade» lövträd enligt formpunktsmetoden anses

»starkare huvudgrenar» ingå i den erhållna stamvolymen (JONSON 1929 a). Björkfunktionerna ge vid kubering av starkt förgrenade träd utan genomgående huvudstam stamvolymen hos ett medelträd med genomgående huvudstam och de aktuella värdena å diameter, höjd, kronförhållande och barkprocent (jfr s. 89). Någon principiell skillnad mellan metoderna i detta avseende torde därför ej föreligga.

De systematiska skillnader mellan funktionernas och formpunktsmetodens kuberingsresultat, som här erhållits och diskuterats, synas således gå i för funktionerna gynnsam riktning. En mera detaljerad jämförelse mellan funktionerna och formpunktsmetoden kommer senare att publiceras av riksskogstaxeringsnämnden.

Vid jämförelse med formpunktsmetoden måste stor vikt fästas vid att funktionerna möjliggöra en objektiv uppskattning av kubikmassan, under det att formpunktsmetoden grundar sig på en subjektiv bedömning: bestämmandet av vindens angreppspunkt i kronan (formpunkten).

## KAP. V. FUNKTIONERNAS PRAKTISKA TILLÄMPNING.

De härledda funktionerna äro avsedda för uppskattning av stående träds kubikmassa i praktiken. Vid all uppskattning av ståndsog gäller det att anpassa den använda metoden efter det föreliggande behovet. I vissa fall kan det vara nödvändigt att arbeta med stor noggrannhet, i andra fall äro enklare metoder fullt tillfredsställande, varför de för kostnadernas nedbringande böra äga företräde.

De noggrannare funktionerna, som fordra kännedom om diameter, höjd, kronförhållande och i vissa fall barkprocent, böra i regel användas vid taxeringar, där en mera detaljerad redovisning av virkesförrådet erfordras. De enklare funktionerna med endast diameter och höjd som variabler fylla ett behov vid mindre fordrande taxeringar.

För taxeringar, där kronförhållande och barkprocent starkt avvika från det material, som ligger till grund för funktionerna (tab. 1—3), kunna de enklare funktionerna ge systematiska fel av betydelse. Denna risk är givetvis större vid en detaljerad redovisning av kubikmassan, exempelvis fördelning på åldersklasser, höjd över havet o. s. v., än för mera summariska uppgifter över virkesförrådet. Risken är störst för tallen och minst för björken. Genom överslagskalkyler med hjälp av de noggrannare funktionerna och ungefärliga, aktuella värden på kronförhållande och barkprocent kan en uppfattning erhållas om storleksordningen av det systematiska fel, som använd-



Tab. 10. Räkneschema för  
Rechenschema für

Dia- meter- klass Durch- messer- klasse  cm	Medelvärden Mittelwerten				Formtals- Die Formzahl-								
	$d$	$h$	$k$	$b$	$\frac{1}{d}$	$\frac{1}{h}$	$h-k$	$B$	$K$	$a$	$+\frac{1}{h} \cdot$ 771,50	$+B \cdot$ 2,257	$-K \cdot$ 1,008
	cm	m	m	mm									
10—	13,5	12,0	6,9	16	0,074 074	0,083 333	5,1	11,85	42,50	502,22	64,29	26,75	42,84
15—	17,6	14,1	7,7	17	0,056 818	0,070 922	6,4	9,66	45,39	»	54,72	21,80	45,75
20—	22,5	16,8	8,9	24	0,044 444	0,059 524	7,9	10,67	47,02	»	45,92	24,08	47,40
25—	27,6	18,1	8,4	29	0,036 232	0,055 249	9,7	10,51	53,59	»	42,62	23,72	54,02
30—	31,4	17,8	8,9	30	0,031 847	0,056 180	8,9	9,55	50,00	»	43,34	21,55	50,40
35—	36,3	21,4	9,2	33	0,027 548	0,046 729	12,2	9,09	57,01	»	36,05	20,52	57,47
40—	42,5	22,1	9,8	37	0,023 529	0,045 249	12,3	8,71	55,66	»	34,91	19,66	56,11
Summa Summe	122,3	59,8	—	—	—	0,417 186	62,5	70,04	351,17	3 515,54	321,85	158,08	353,99
Kontroll Kontrolle	—	—	—	—	—	—	62,5	—	—	—	321,86	158,08	353,98

ningen av de enklare funktionerna i stället för de noggrannare medför i ett visst fall. För björken torde vinsten med de utförligare funktionerna ofta vara obetydlig.

Den räknemässiga tillämpningen av kuberingsfunktionerna är mycket enkel och blir delvis beroende på taxeringsarbetets organisation i övrigt, varför några generella regler ej kunna uppställas.

En tillämpning av de noggrannare och mera arbetskrävande funktionerna återges i tab. 10. Exemplet gäller härledningen av tallens kubikmassa under bark med användande av såväl formtalsfunktionen (6) som kubikmassefunktionen (7). Kuberingen är utförd diameterklassvis, och utgå vi från att medelvärden för diameter, höjd, krongräns och barktjocklek härletts för varje diameterklass. Härvid kunna givetvis brukliga metoder (vägda eller ovägda medeltal, grafiska uppläggningar etc.) användas. Men valet av förfaringssätt blir beroende av taxeringens allmänna planläggning och faller utom ramen för denna uppsats. Räknearbetet i tab. 10 är utfört med hjälp av vanliga räknemaskiner samt BARLOW's tabeller ( $d^2$ ,  $\frac{1}{d}$  och  $\frac{1}{h}$ ), varjämte för formtalsfunktionen även grundytetabell använts.

Vid tillämpningen av kubikmassefunktionen kan beräkningen av produkterna  $d^2$ ,  $d^2h$  etc. med fördel utföras å faktureringsmaskin, vilket förfaringssätt på jägmästare A. E. HAGBERGS förslag tillämpats vid riks-

funktionerna (6) och (7).

die Funktionen.

funktion (6) funktion				Kubikmassefunktion (7) Die Kubikmassenfunktion									
$= f$	Grund- yta (g) Grund- fläche m <sup>2</sup>	gh	ghf Kubik- massa Kubik- masse dm <sup>3</sup>	$d^2$	dh	$d^2h$	$d^2k$	dhb	$+ d^2 \cdot$ 0,06059	$+ d^2h \cdot$ 0,03153	$+ d^2k \cdot$ 0,007919	$+ d^2hb \cdot$ 0,001773	$= v$ Kubik- massa Kubik- masse dm <sup>3</sup>
550,4	0,01431	0,1717	95	182,2	162,0	2 186	1 257	2 592	11,04	68,92	9,95	4,60	95
533,0	0,02430	0,3426	183	309,8	248,2	4 368	2 385	4 219	18,77	137,72	18,89	7,48	183
524,8	0,03980	0,6686	351	506,2	378,0	8 504	4 505	9 072	30,67	268,13	35,68	16,08	351
514,5	0,05980	1,0824	557	761,8	499,6	13 789	6 399	14 488	46,16	434,77	50,67	25,69	557
516,7	0,07740	1,3777	712	986,0	558,9	17 551	8 775	16 767	59,74	553,38	69,49	29,73	712
501,3	0,10350	2,2149	1 110	1 317,7	776,8	28 199	12 123	25 634	79,84	889,11	96,00	45,45	1 110
500,7	0,14190	3,1360	1 570	1 806,2	939,3	39 919	17 702	34 754	109,44	1 258,65	140,18	61,62	1 570
3 641,4	—	—	—	5 869,9	3 562,8	114 516	53 146	107 526	355,66	3 610,68	420,86	190,65	4 578
3 641,48	—	—	—	—	—	—	—	—	355,66	3 610,69	420,86	190,64	4 577,85

skogstaxeringen. Metoden kommer mest till sin rätt vid individuell kubering av ett större antal träd.

Önskar man beräkna formtalet eller kubikmassan med hjälp av diameter, höjd etc. uttryckta i andra enheter såsom tum och fot, kan detta tydligen ske efter en enkel transformation av konstanterna framför motsvarande variabler.

Frågan om vilken funktion, som skall föredragas: formtalsfunktionen eller kubikmassefunktionen, är beroende på huruvida mellanleden i räkningen ( $B$ ,  $K$ ,  $d^2$ ,  $d^2h$  etc.) erfordras för andra ändamål. Ur arbetssynpunkt är det ej någon större skillnad mellan de båda funktionerna.

Vid individuell kubering av provträden kunna givetvis de ovanangivna förfaringssätten användas, men för stora provträdsantal ( $> 1\ 000$  st) och vid tillgång till moderna statistikmaskiner, är en hålkortsmässig bearbetning ofta fördelaktig. Kuberingen utföres härvid enligt kubikmassefunktionen, och den specialmaskin, som användes, är den s. k. multipliern. Denna ingår i såväl HOLLERITHS som POWERS maskinutrustning för hålkortsbearbetning.

Den hålkortsmässiga kuberingen demonstreras i fig. 1, som visar ett hålkort med å HOLLERITH-multiplier utförd kubering. Exemplet avser kubikmassan under bark av en tall (funktion 7) med diametern = 22,5 cm, höjden = 16,8 m, krongränsen = 8,9 m och barktjockleken = 24 mm. Iden-



Av tabellerna framgår, att vid samma diameter och höjd är tallens kubikmassa under bark med undantag för de klenaste dimensionerna större än på bark. Denna skillnad stiger med stigande dimension och varierar mellan 3—11 procent. För granen är förhållandet motsatt. Kubikmassan under bark är bortsett från enstaka extrema fall 1,0—3,5 procent mindre än på bark. Björken intar en mellanställning. För lägre diametrar och höjder är kubikmassan under bark 0,5—4,0 procent mindre än på bark, för större dimensioner är kubikmassan under bark 1—2 procent större än på bark.

Tabellen över tallens kubikmassa på bark visar för mindre diametrar och större höjder 1—5 procent lägre kubikmassa än den tidigare publicerade, preliminära kuberingstabellen för nordsvensk tall (NÄSLUND 1934). För övriga dimensioner är förhållandet omvänt, men differensen är här betydligt lägre.

Tabellen över granens kubikmassa på bark ger för klenare och medelgrova diametrar samt högre höjder större kubikmassa än JONSONS kuberingstabell för norrlandsgran (JONSON 1929 b). Skillnaden uppgår till 2—7 procent för mera vanliga dimensioner, men blir i extrema fall större. För övriga dimensioner är förhållandet omvänt, skillnaden är dock här ganska obetydlig.

Med hjälp av de enklare funktionerna kan även kubikmassetillväxten beräknas. Härvid fordras kännedom om trädets diameter och höjd vid tillväxtperiodens början och slut. Metoden tillämpas f. n. vid riksskogstaxeringen för bestämning av kubikmassetillväxten under sista 5-års perioden. En närmare diskussion av frågan om kubikmassetillväxtens beräkning faller dock utom ramen för detta arbete.

## KAP. VI. SAMMANFATTNING.

Avsikten med föreliggande undersökning har varit att utarbeta en objektiv metod för kubering av stående träd med hjälp av i praktiken lätt utförbara mätningar. Arbetet har begränsats till att gälla tall, gran och björk i norra Sverige.

Undersökningen har resulterat i matematiska funktioner för formtalets och kubikmassans bestämmande på och under bark (s. 98). I syfte att tillfredsställa olika krav på noggrannhet vid det praktiska taxeringsarbetet har härletts dels enkla funktioner, som endast fordra kännedom om trädets brösthöjdsdiameter och höjd, dels noggrannare och mera arbetskrävande funktioner, som dessutom fordra kännedom om kronförhållandet och i vissa fall brösthöjdsdiameterens barkprocent. De enkla funktionerna ha även tabellerats (s. 120).



KUBERINGSTABELLER  
FÖR  
TALL, GRAN OCH BJÖRK  
I  
NORRA SVERIGE

Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym på bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0065	0,0074	0,0084	0,0094	0,0104	0,0114	0,0125	0,0136	0,0147	0,0158	—	—	—	—	—
6	0093	0106	0119	0133	0147	0161	0176	0190	0206	0221	0,0237	—	—	—	—
7	0126	0143	0161	0179	0197	0216	0235	0255	0274	0295	0316	—	—	—	—
8	0163	0186	0208	0231	0255	0279	0303	0328	0353	0379	0405	0,0432	0,0459	—	—
9	0206	0234	0262	0291	0320	0349	0380	0410	0441	0473	0505	0538	0571	—	—
10	0254	0287	0322	0357	0392	0428	0465	0502	0540	0578	0617	0656	0696	0,0737	0,0778
11	0306	0347	0388	0430	0472	0515	0559	0603	0648	0693	0739	0786	0834	0882	0930
12	0364	0411	0460	0509	0559	0610	0661	0713	0766	0819	0873	0928	0983	0,104	0,110
13	0426	0482	0538	0596	0654	0713	0772	0833	0894	0955	0,102	0,108	0,115	121	128
14	0493	0558	0623	0689	0756	0824	0892	0961	0,103	0,110	117	125	132	139	147
15	—	0639	0714	0789	0865	0942	0,102	0,110	118	126	134	142	151	159	167
16	—	0726	0811	0896	0982	0,107	116	125	134	143	152	161	170	180	189
17	—	0819	0914	0,101	0,111	120	130	140	150	160	171	181	192	202	213
18	—	—	0,102	113	124	135	146	157	168	179	191	202	214	226	237
19	—	—	114	126	138	150	162	174	187	199	212	225	237	250	263
20	—	—	126	139	152	166	179	193	206	220	234	248	262	276	291
21	—	—	—	153	168	182	197	212	227	242	257	273	288	304	320
22	—	—	—	168	184	200	216	232	249	265	282	299	316	333	350
23	—	—	—	183	201	218	236	253	271	289	307	326	344	363	381
24	—	—	—	—	218	237	256	276	295	314	334	354	374	394	414
25	—	—	—	—	237	257	278	299	319	341	362	383	405	426	448
26	—	—	—	—	256	278	300	322	345	368	391	414	437	460	484
27	—	—	—	—	—	299	323	347	372	396	421	445	470	495	520
28	—	—	—	—	—	322	347	373	399	425	452	478	505	532	559
29	—	—	—	—	—	345	372	400	428	456	484	512	541	569	598
30	—	—	—	—	—	—	398	427	457	487	517	547	578	608	639
31	—	—	—	—	—	—	425	456	488	520	552	584	616	649	681
32	—	—	—	—	—	—	452	485	519	553	587	621	656	690	725
33	—	—	—	—	—	—	—	516	552	588	624	660	696	733	770
34	—	—	—	—	—	—	—	547	585	623	661	700	738	777	816
35	—	—	—	—	—	—	—	579	620	660	700	741	782	823	864
36	—	—	—	—	—	—	—	—	655	697	740	783	826	870	913
37	—	—	—	—	—	—	—	—	691	736	781	826	872	918	963
38	—	—	—	—	—	—	—	—	729	776	823	871	919	967	1,02
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	817	867	917	967	1,02	1,07
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	859	911	964	1,02	1,07	1,12
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	901	956	1,01	1,07	1,12	1,18
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	1,11	1,17	1,23	1,29
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,10	1,16	1,23	1,29	1,35
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,15	1,22	1,28	1,35	1,42

kubikmassa på bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym på bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
0,115	0,121	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
134	141	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
154	162	0,170	0,177	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
176	185	193	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
199	209	219	228	0,238	0,248	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
223	234	245	256	267	279	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
249	261	273	286	298	310	0,323	0,336	—	—	—	—	—	—	—	18
277	290	303	317	330	344	358	372	—	—	—	—	—	—	—	19
305	320	335	349	364	379	395	410	0,425	0,441	—	—	—	—	—	20
335	351	367	384	400	416	433	450	466	483	—	—	—	—	—	21
367	384	402	420	437	455	473	491	510	528	0,547	0,565	—	—	—	22
400	419	438	457	476	496	515	535	555	575	595	615	—	—	—	23
434	455	475	496	517	538	559	580	602	623	645	667	0,689	—	—	24
470	492	514	537	559	582	605	627	651	674	697	721	744	—	—	25
507	531	555	579	603	627	652	677	701	726	751	777	802	—	—	26
546	571	597	623	649	675	701	727	754	781	808	835	862	0,889	—	27
586	613	641	668	696	724	752	780	809	837	866	895	924	953	—	28
627	656	686	715	745	775	805	835	865	896	926	957	988	1,02	—	29
670	701	732	764	795	827	859	891	924	956	989	1,02	1,05	1,09	—	30
714	747	781	814	848	881	915	950	984	1,02	1,05	1,09	1,12	1,16	1,19	31
760	795	830	866	902	937	973	1,01	1,05	1,08	1,12	1,16	1,19	1,23	1,27	32
807	844	882	919	957	995	1,03	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,27	1,31	1,35	33
856	895	935	974	1,01	1,05	1,09	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	34
905	947	989	1,03	1,07	1,12	1,16	1,20	1,24	1,29	1,33	1,37	1,42	1,46	1,51	35
957	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,41	1,45	1,50	1,54	1,59	36
1,01	1,06	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43	1,48	1,53	1,58	1,63	1,68	37
1,06	1,11	1,16	1,21	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,77	38
1,12	1,17	1,22	1,27	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,59	1,64	1,69	1,75	1,80	1,86	39
1,18	1,23	1,28	1,34	1,39	1,45	1,50	1,56	1,61	1,67	1,72	1,78	1,84	1,89	1,95	40
1,23	1,29	1,35	1,40	1,46	1,52	1,58	1,63	1,69	1,75	1,81	1,87	1,93	1,98	2,04	41
1,29	1,35	1,41	1,47	1,53	1,59	1,65	1,71	1,77	1,83	1,89	1,96	2,02	2,08	2,14	42
1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,67	1,73	1,79	1,86	1,92	1,98	2,05	2,11	2,18	2,24	43
1,42	1,48	1,55	1,61	1,68	1,74	1,81	1,87	1,94	2,01	2,07	2,14	2,21	2,28	2,34	44
1,48	1,55	1,62	1,69	1,75	1,82	1,89	1,96	2,03	2,10	2,17	2,24	2,31	2,38	2,45	45



Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym under bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0063	0,0073	0,0084	0,0095	0,0107	0,0118	0,0130	0,0142	0,0155	0,0168	—	—	—	—	—
6	0089	0104	0119	0135	0151	0167	0184	0200	0218	0235	0,0253	—	—	—	—
7	0121	0141	0161	0182	0203	0224	0246	0268	0291	0314	0337	—	—	—	—
8	0157	0183	0209	0235	0262	0290	0318	0346	0375	0404	0433	0,0463	0,0494	—	—
9	0198	0230	0263	0296	0330	0364	0398	0433	0469	0505	0542	0579	0616	—	—
10	0244	0283	0323	0363	0404	0446	0488	0531	0574	0618	0662	0707	0752	0,0798	0,0844
11	0294	0341	0389	0438	0487	0537	0587	0638	0689	0741	0794	0847	0901	0956	0,101
12	0349	0405	0462	0519	0577	0636	0695	0755	0815	0877	0938	0,100	0,106	0,113	119
13	0409	0475	0541	0608	0675	0743	0812	0882	0952	0,102	0,109	117	124	131	139
14	0474	0549	0626	0703	0781	0859	0938	0,102	0,110	118	126	135	143	151	160
15	—	0630	0717	0805	0894	0983	0,107	116	126	135	144	154	163	173	183
16	—	0715	0814	0914	0,101	0,112	122	132	143	153	164	174	185	196	207
17	—	0807	0918	0,103	114	126	137	149	160	172	184	196	208	220	232
18	—	—	0,103	115	128	141	153	166	179	192	206	219	232	246	259
19	—	—	114	128	142	156	171	185	199	214	229	243	258	273	288
20	—	—	127	142	157	173	189	205	220	236	253	269	285	302	318
21	—	—	—	156	173	190	208	225	243	260	278	296	314	332	350
22	—	—	—	171	190	209	228	247	266	285	304	324	343	363	383
23	—	—	—	187	207	228	248	269	290	311	332	353	374	396	417
24	—	—	—	—	226	248	270	293	315	338	361	384	407	430	453
25	—	—	—	—	245	269	293	317	342	366	391	416	441	466	491
26	—	—	—	—	264	290	316	343	369	395	422	449	476	503	530
27	—	—	—	—	—	313	341	369	397	426	455	483	512	541	571
28	—	—	—	—	—	336	366	396	427	458	488	519	550	581	613
29	—	—	—	—	—	360	392	425	457	490	523	556	589	623	656
30	—	—	—	—	—	—	420	454	489	524	559	594	630	665	701
31	—	—	—	—	—	—	448	485	522	559	596	634	672	710	748
32	—	—	—	—	—	—	477	516	556	595	635	675	715	755	796
33	—	—	—	—	—	—	—	548	590	632	675	717	760	802	845
34	—	—	—	—	—	—	—	582	626	671	715	760	806	851	896
35	—	—	—	—	—	—	—	616	663	710	758	805	853	901	949
36	—	—	—	—	—	—	—	—	701	751	801	851	901	952	1,00
37	—	—	—	—	—	—	—	—	740	793	845	898	951	1,00	1,06
38	—	—	—	—	—	—	—	—	780	835	891	947	1,00	1,06	1,12
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	879	938	997	1,06	1,11	1,17
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	925	986	1,05	1,11	1,17	1,23
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	971	1,04	1,10	1,16	1,23	1,30
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,09	1,15	1,22	1,29	1,36
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,14	1,21	1,28	1,35	1,42
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,19	1,26	1,34	1,41	1,49
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,24	1,32	1,40	1,48	1,56

kubikmassa under bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym under bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
0,126	0,132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
146	154	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
169	177	0,186	0,195	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
192	202	212	222	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
218	229	240	251	0,263	0,274	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
245	257	270	282	295	308	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
273	287	301	315	329	343	0,357	0,372	—	—	—	—	—	—	—	18
303	318	334	349	365	380	396	412	—	—	—	—	—	—	—	19
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
335	352	369	385	403	420	437	455	0,472	0,490	—	—	—	—	—	21
368	386	405	424	442	461	480	499	518	538	—	—	—	—	—	22
403	423	443	463	484	504	525	546	567	588	0,609	0,630	—	—	—	23
439	461	483	505	527	549	572	594	617	640	663	686	—	—	—	24
477	501	524	548	572	596	621	645	670	694	719	744	0,769	—	—	25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
516	542	568	593	619	645	672	698	724	751	778	805	832	—	—	27
557	585	613	640	668	696	725	753	781	810	839	868	897	—	—	28
600	630	659	689	719	749	779	810	840	871	902	933	964	0,995	—	29
644	676	708	740	772	804	836	869	902	934	967	1,00	1,03	1,07	—	30
690	724	758	792	826	861	895	930	965	1,00	1,04	1,07	1,11	1,14	—	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
737	773	810	846	883	919	956	993	1,03	1,07	1,11	1,14	1,18	1,22	—	33
786	824	863	902	941	980	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	34
836	877	918	959	1,00	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21	1,25	1,30	1,34	1,38	1,42	35
888	932	975	1,02	1,06	1,11	1,15	1,20	1,24	1,28	1,33	1,37	1,42	1,47	1,51	36
942	988	1,03	1,08	1,13	1,17	1,22	1,27	1,31	1,36	1,41	1,46	1,50	1,55	1,60	37
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
997	1,05	1,09	1,14	1,19	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54	1,59	1,64	1,69	39
1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,36	1,42	1,47	1,52	1,57	1,63	1,68	1,73	1,79	40
1,11	1,17	1,22	1,27	1,33	1,38	1,44	1,49	1,55	1,60	1,66	1,72	1,77	1,83	1,89	41
1,17	1,23	1,29	1,34	1,40	1,46	1,52	1,57	1,63	1,69	1,75	1,81	1,87	1,93	1,99	42
1,23	1,29	1,35	1,41	1,47	1,53	1,59	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,96	2,03	2,09	43
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44
1,30	1,36	1,42	1,48	1,55	1,61	1,68	1,74	1,80	1,87	1,93	2,00	2,06	2,13	2,19	45
1,36	1,43	1,49	1,56	1,62	1,69	1,76	1,83	1,89	1,96	2,03	2,10	2,16	2,23	2,30	46
1,43	1,50	1,56	1,63	1,70	1,77	1,84	1,91	1,98	2,05	2,13	2,20	2,27	2,34	2,41	47
1,49	1,57	1,64	1,71	1,78	1,86	1,93	2,00	2,08	2,15	2,23	2,30	2,37	2,45	2,52	48
1,56	1,64	1,71	1,79	1,87	1,94	2,02	2,10	2,17	2,25	2,33	2,41	2,48	2,56	2,64	49
1,63	1,71	1,79	1,87	1,95	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,43	2,51	2,59	2,68	2,76	50

Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym på bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0062	0,0071	0,0081	0,0093	0,0105	0,0119	0,0133	0,0149	0,0165	0,0183	—	—	—	—	—
6	0089	0103	0118	0134	0152	0172	0193	0216	0240	0265	0,0292	—	—	—	—
7	0120	0138	0159	0181	0205	0231	0259	0288	0320	0354	0390	—	—	—	—
8	0155	0178	0204	0232	0262	0295	0330	0367	0407	0450	0494	0,0542	0,0591	—	—
9	0194	0223	0254	0287	0324	0364	0407	0452	0500	0552	0606	0663	0723	—	—
10	0237	0271	0308	0348	0392	0439	0489	0543	0600	0660	0724	0791	0862	0,0936	0,101
11	0284	0324	0367	0414	0464	0519	0577	0640	0706	0776	0850	0927	0,101	0,109	0,118
12	0335	0380	0430	0484	0542	0605	0671	0743	0818	0898	0982	0,107	0,116	0,126	0,136
13	0390	0441	0498	0559	0625	0696	0771	0851	0937	0,103	0,112	0,122	0,132	0,143	0,155
14	0448	0507	0570	0639	0713	0792	0877	0966	0,106	0,116	0,127	0,138	0,149	0,161	0,174
15	—	0576	0647	0724	0806	0894	0988	0,109	0,119	0,130	0,142	0,154	0,167	0,180	0,194
16	—	0650	0728	0813	0904	0,100	0,110	0,121	0,133	0,145	0,158	0,171	0,185	0,200	0,215
17	—	0728	0814	0908	0,101	0,111	0,123	0,135	0,147	0,161	0,175	0,189	0,205	0,221	0,237
18	—	—	0905	0,101	0,112	0,123	0,136	0,149	0,162	0,177	0,192	0,208	0,225	0,242	0,260
19	—	—	0,100	0,111	0,123	0,136	0,149	0,163	0,178	0,194	0,210	0,227	0,245	0,264	0,283
20	—	—	0,110	0,122	0,135	0,148	0,163	0,178	0,194	0,211	0,229	0,247	0,267	0,287	0,308
21	—	—	—	0,133	0,147	0,162	0,177	0,194	0,211	0,229	0,248	0,268	0,289	0,310	0,333
22	—	—	—	0,145	0,160	0,176	0,193	0,210	0,229	0,248	0,268	0,290	0,312	0,335	0,359
23	—	—	—	0,157	0,173	0,190	0,208	0,227	0,247	0,268	0,289	0,312	0,335	0,360	0,385
24	—	—	—	—	0,187	0,205	0,225	0,245	0,266	0,288	0,311	0,335	0,360	0,386	0,413
25	—	—	—	—	0,202	0,221	0,241	0,263	0,285	0,309	0,333	0,358	0,385	0,413	0,441
26	—	—	—	—	0,217	0,237	0,259	0,281	0,305	0,330	0,356	0,383	0,411	0,440	0,470
27	—	—	—	—	—	0,254	0,277	0,301	0,326	0,352	0,379	0,408	0,438	0,468	0,500
28	—	—	—	—	—	0,271	0,295	0,321	0,347	0,375	0,404	0,434	0,465	0,498	0,531
29	—	—	—	—	—	0,289	0,314	0,341	0,369	0,398	0,429	0,460	0,493	0,527	0,563
30	—	—	—	—	—	—	0,334	0,362	0,392	0,422	0,454	0,488	0,522	0,558	0,595
31	—	—	—	—	—	—	0,354	0,384	0,415	0,447	0,481	0,516	0,552	0,589	0,628
32	—	—	—	—	—	—	0,375	0,406	0,439	0,473	0,508	0,544	0,582	0,622	0,662
33	—	—	—	—	—	—	—	0,429	0,463	0,499	0,536	0,574	0,614	0,655	0,697
34	—	—	—	—	—	—	—	0,453	0,488	0,525	0,564	0,604	0,646	0,688	0,733
35	—	—	—	—	—	—	—	0,477	0,514	0,553	0,593	0,635	0,678	0,723	0,769
36	—	—	—	—	—	—	—	—	0,540	0,581	0,623	0,667	0,712	0,758	0,807
37	—	—	—	—	—	—	—	—	0,567	0,610	0,653	0,699	0,746	0,794	0,845
38	—	—	—	—	—	—	—	—	0,595	0,639	0,685	0,732	0,781	0,831	0,884
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,669	0,717	0,766	0,817	0,869	0,923
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,700	0,749	0,800	0,853	0,908	0,964
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,731	0,782	0,835	0,890	0,947
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,816	0,871	0,928	0,987
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,851	0,908	0,967	1,03
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,886	0,945	1,01	1,07
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,922	0,984	1,05	1,11

kubikmassa på bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym på bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
0,147	0,158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
167	179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
187	201	0,215	0,230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
209	224	240	256	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
231	248	265	283	0,301	0,320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
255	272	291	310	330	351	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
279	298	318	339	361	383	0,406	0,430	—	—	—	—	—	—	—	18
304	325	346	369	392	416	441	466	—	—	—	—	—	—	—	19
329	352	375	399	424	450	476	504	0,532	0,561	—	—	—	—	—	20
356	380	405	431	457	485	513	542	572	603	—	—	—	—	—	21
383	409	436	463	492	521	551	582	614	647	0,681	0,715	—	—	—	22
412	439	467	497	527	558	590	623	657	692	728	764	—	—	—	23
441	470	500	531	563	596	630	665	701	738	775	814	0,854	—	—	24
471	502	533	566	600	635	671	708	745	785	825	866	908	—	—	25
502	534	568	602	638	675	713	751	791	833	875	918	962	—	—	26
533	568	603	639	677	716	755	796	839	882	926	972	1,02	1,07	—	27
566	602	639	677	717	758	799	842	887	932	979	1,03	1,08	1,13	—	28
599	637	676	716	758	800	844	889	936	983	1,03	1,08	1,13	1,19	—	29
633	673	714	756	800	844	890	938	986	1,04	1,09	1,14	1,19	1,25	—	30
669	710	753	797	842	889	937	987	1,04	1,09	1,14	1,20	1,25	1,31	1,37	31
704	748	793	839	886	935	985	1,04	1,09	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	32
741	786	833	881	931	982	1,03	1,09	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	1,50	33
779	826	875	925	977	1,03	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	1,51	1,57	34
817	866	917	970	1,02	1,08	1,14	1,19	1,25	1,32	1,38	1,44	1,51	1,58	1,64	35
856	908	961	1,02	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,44	1,51	1,58	1,65	1,72	36
896	950	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,37	1,43	1,50	1,57	1,64	1,72	1,79	37
937	993	1,05	1,11	1,17	1,23	1,30	1,36	1,43	1,50	1,57	1,64	1,71	1,79	1,86	38
979	1,04	1,10	1,16	1,22	1,28	1,35	1,42	1,49	1,56	1,63	1,71	1,78	1,86	1,94	39
1,02	1,08	1,14	1,21	1,27	1,34	1,41	1,48	1,55	1,62	1,70	1,77	1,85	1,93	2,02	40
1,07	1,13	1,19	1,26	1,32	1,39	1,46	1,54	1,61	1,69	1,77	1,84	1,93	2,01	2,10	41
1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,45	1,52	1,60	1,67	1,75	1,83	1,92	2,00	2,09	2,17	42
1,15	1,22	1,29	1,36	1,43	1,51	1,58	1,66	1,74	1,82	1,90	1,99	2,08	2,16	2,26	43
1,20	1,27	1,34	1,41	1,49	1,56	1,64	1,72	1,80	1,89	1,97	2,06	2,15	2,24	2,34	44
1,25	1,32	1,39	1,47	1,54	1,62	1,70	1,79	1,87	1,96	2,05	2,14	2,23	2,32	2,42	45

Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym under bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0061	0,0071	0,0082	0,0093	0,0106	0,0120	0,0135	0,0152	0,0169	0,0187	—	—	—	—	—
6	0088	0101	0117	0133	0152	0171	0193	0216	0240	0266	0,0293	—	—	—	—
7	0118	0136	0156	0178	0202	0228	0256	0286	0317	0351	0386	—	—	—	—
8	0152	0175	0200	0228	0258	0290	0324	0361	0401	0443	0487	0,0533	0,0582	—	—
9	0190	0218	0248	0282	0318	0357	0399	0443	0491	0541	0594	0650	0708	—	—
10	0232	0265	0301	0341	0383	0429	0479	0531	0587	0646	0708	0774	0842	0,0914	0,0989
11	0278	0316	0358	0404	0454	0507	0564	0625	0689	0757	0829	0904	0983	0,107	0,115
12	0327	0371	0420	0473	0530	0591	0656	0725	0798	0875	0957	0,104	0,113	123	132
13	0380	0431	0486	0546	0610	0679	0753	0831	0913	0,100	0,109	119	129	139	150
14	0437	0495	0557	0624	0696	0773	0855	0942	0,103	113	123	134	145	157	169
15	—	0562	0632	0707	0787	0872	0963	0,106	116	127	138	150	162	175	189
16	—	0634	0711	0794	0883	0977	0,108	118	130	141	154	167	180	194	209
17	—	0710	0795	0886	0983	0,109	120	131	144	156	170	184	199	214	230
18	—	—	0883	0983	0,109	120	132	145	158	172	187	202	218	235	252
19	—	—	0976	0,108	120	132	145	159	173	189	204	221	238	256	275
20	—	—	0,107	119	132	145	159	174	189	206	223	241	259	279	299
21	—	—	—	130	144	158	173	189	206	223	242	261	281	302	323
22	—	—	—	142	156	172	188	205	223	242	261	282	303	325	348
23	—	—	—	154	169	186	203	222	241	261	282	304	326	350	374
24	—	—	—	—	183	201	219	239	259	280	303	326	350	375	401
25	—	—	—	—	197	216	236	256	278	301	324	349	375	401	429
26	—	—	—	—	212	232	253	275	298	322	347	373	400	428	457
27	—	—	—	—	—	248	270	294	318	343	370	397	426	456	487
28	—	—	—	—	—	265	289	313	339	366	394	423	453	484	517
29	—	—	—	—	—	282	307	333	360	389	418	449	481	513	547
30	—	—	—	—	—	—	327	354	383	412	443	476	509	543	579
31	—	—	—	—	—	—	346	375	405	437	469	503	538	574	612
32	—	—	—	—	—	—	367	397	429	462	496	531	568	606	645
33	—	—	—	—	—	—	—	420	453	487	523	560	598	638	679
34	—	—	—	—	—	—	—	443	477	513	551	590	630	671	714
35	—	—	—	—	—	—	—	466	503	540	579	620	662	705	750
36	—	—	—	—	—	—	—	—	529	568	609	651	695	740	786
37	—	—	—	—	—	—	—	—	555	596	639	683	728	775	824
38	—	—	—	—	—	—	—	—	582	625	669	715	763	811	862
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	655	701	748	798	848	901
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	685	733	782	833	886	941
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	716	765	817	870	921
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	799	852	907	964
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	833	888	945	1,00
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	868	925	984	1,05
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	903	963	1,02	1,09

kubikmassa under bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym under bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
0,143	0,153	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
162	174	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
182	195	0,209	0,223	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
203	217	232	248	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
224	240	257	274	0,291	0,310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
247	264	282	301	320	339	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
270	289	308	328	349	370	0,392	0,415	—	—	—	—	—	—	—	17
294	315	335	357	379	402	426	450	—	—	—	—	—	—	—	18
319	341	364	387	411	435	461	487	0,514	0,541	—	—	—	—	—	19
345	369	392	417	443	469	496	524	553	582	—	—	—	—	—	20
372	397	422	449	476	504	533	563	593	625	0,657	0,690	—	—	—	21
400	426	453	481	510	540	571	602	635	668	702	737	—	—	—	22
428	456	485	514	545	577	609	643	677	712	749	786	0,824	—	—	23
457	487	517	549	581	615	649	684	721	758	796	835	876	—	—	24
487	519	551	584	618	653	690	727	765	805	845	886	929	—	—	25
518	551	585	620	656	693	731	771	811	852	895	938	983	1,03	—	26
550	585	620	657	695	734	774	815	858	901	946	991	1,04	1,09	—	27
583	619	657	695	735	776	818	861	906	951	998	1,05	1,09	1,14	—	28
616	654	694	734	776	819	863	908	955	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	—	29
650	690	732	774	818	863	909	956	1,00	1,05	1,11	1,16	1,21	1,27	1,32	30
686	727	770	815	860	907	956	1,00	1,06	1,11	1,16	1,22	1,27	1,33	1,39	31
721	765	810	857	904	953	1,00	1,06	1,11	1,16	1,22	1,27	1,33	1,39	1,45	32
758	804	851	899	949	1,00	1,05	1,11	1,16	1,22	1,28	1,33	1,40	1,46	1,52	33
796	843	892	943	994	1,05	1,10	1,16	1,22	1,27	1,33	1,40	1,46	1,52	1,59	34
834	884	935	987	1,04	1,10	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	1,66	35
874	925	978	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	1,66	1,73	36
914	967	1,02	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32	1,39	1,45	1,52	1,59	1,66	1,73	1,80	37
955	1,01	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,38	1,44	1,51	1,58	1,65	1,73	1,80	1,88	38
997	1,05	1,11	1,17	1,24	1,30	1,37	1,43	1,50	1,57	1,65	1,72	1,80	1,87	1,95	39
1,04	1,10	1,16	1,22	1,29	1,36	1,42	1,49	1,56	1,64	1,71	1,79	1,87	1,95	2,03	40
1,08	1,14	1,21	1,27	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,70	1,78	1,86	1,94	2,02	2,11	41
1,13	1,19	1,26	1,32	1,39	1,47	1,54	1,61	1,69	1,77	1,85	1,93	2,01	2,10	2,19	42
1,17	1,24	1,31	1,38	1,45	1,52	1,60	1,67	1,75	1,83	1,92	2,00	2,09	2,18	2,27	43
1,22	1,29	1,36	1,43	1,50	1,58	1,66	1,74	1,82	1,90	1,99	2,07	2,16	2,25	2,35	44
															45

Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym på bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0052	0,0062	0,0072	0,0083	0,0095	0,0107	0,0119	0,0132	0,0145	0,0159	—	—	—	—	—
6	0073	0087	0101	0116	0131	0147	0164	0181	0199	0218	0,0237	—	—	—	—
7	0098	0116	0134	0154	0174	0195	0216	0238	0261	0285	0309	—	—	—	—
8	0126	0149	0173	0197	0223	0249	0276	0303	0332	0361	0391	0,0422	0,0454	—	—
9	0158	0187	0216	0246	0277	0309	0342	0376	0410	0446	0482	0520	0558	—	—
10	0194	0229	0264	0300	0338	0376	0416	0456	0497	0540	0583	0627	0673	0,0719	0,0767
11	0234	0275	0317	0360	0404	0450	0496	0544	0592	0642	0693	0745	0798	0852	0908
12	0277	0325	0374	0425	0477	0530	0584	0639	0696	0754	0813	0873	0934	0997	0,106
13	0323	0379	0437	0495	0555	0616	0679	0743	0808	0874	0942	0,101	0,108	0,115	123
14	0374	0438	0504	0571	0639	0709	0781	0853	0928	0,100	0,108	116	124	132	140
15	—	0501	0576	0652	0730	0809	0890	0972	0,106	114	123	132	141	150	159
16	—	0568	0652	0738	0826	0915	0,101	0,110	119	129	139	148	158	169	179
17	—	0639	0734	0830	0928	0,103	113	123	134	144	155	166	177	189	200
18	—	—	0820	0927	0,104	115	126	137	149	161	173	185	197	210	222
19	—	—	0911	0,103	115	127	140	152	165	178	191	205	218	232	246
20	—	—	0,101	114	127	141	154	168	182	196	211	225	240	255	271
21	—	—	—	125	140	154	169	184	200	215	231	247	263	280	296
22	—	—	—	137	153	169	185	202	218	235	253	270	288	305	324
23	—	—	—	149	167	184	202	220	238	256	275	294	313	332	352
24	—	—	—	—	181	200	219	239	258	278	298	319	339	360	381
25	—	—	—	—	196	216	237	258	279	301	322	344	367	389	412
26	—	—	—	—	212	234	256	278	301	324	348	371	395	419	443
27	—	—	—	—	—	251	275	299	324	349	374	399	424	450	476
28	—	—	—	—	—	270	295	321	347	374	401	428	455	482	510
29	—	—	—	—	—	289	316	344	372	400	429	457	486	516	546
30	—	—	—	—	—	—	338	367	397	427	458	488	519	550	582
31	—	—	—	—	—	—	360	391	423	455	487	520	553	586	620
32	—	—	—	—	—	—	383	416	450	484	518	553	588	623	658
33	—	—	—	—	—	—	—	442	478	514	550	586	623	661	698
34	—	—	—	—	—	—	—	469	506	544	583	621	660	700	739
35	—	—	—	—	—	—	—	496	536	576	616	657	698	740	782
36	—	—	—	—	—	—	—	—	566	608	651	694	737	781	825
37	—	—	—	—	—	—	—	—	597	641	686	732	777	823	870
38	—	—	—	—	—	—	—	—	629	675	723	770	818	867	915
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	710	760	810	860	911	962
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	746	798	851	904	957	1,01
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	783	838	893	948	1,00	1,06
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	878	935	993	1,05	1,11
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	919	979	1,04	1,10	1,16
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	961	1,02	1,09	1,15	1,21
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	1,07	1,14	1,20	1,27

kubikmassa på bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter på bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym på bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
0,113	0,119	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
130	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
149	157	0,166	0,175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
168	178	188	198	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
189	200	211	222	0,233	0,244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
212	224	236	248	260	273	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
235	248	262	275	289	302	0,316	0,330	—	—	—	—	—	—	—	18
260	274	289	304	319	334	349	364	—	—	—	—	—	—	—	19
286	302	318	334	350	366	383	400	0,417	0,434	—	—	—	—	—	20
313	330	348	365	383	401	419	437	456	474	—	—	—	—	—	21
342	360	379	398	417	436	456	476	496	516	0,537	0,557	—	—	—	22
371	391	412	432	453	474	495	516	538	560	582	604	—	—	—	23
402	424	446	468	490	513	535	558	582	605	629	653	0,677	—	—	24
435	458	481	505	529	553	577	602	627	652	678	703	729	—	—	25
468	493	518	543	569	595	621	647	674	701	728	756	783	—	—	26
503	529	556	583	611	638	666	694	723	752	781	810	840	0,869	—	27
538	567	595	624	654	683	713	743	773	804	835	866	898	929	—	28
575	606	636	667	698	730	761	793	826	858	891	924	958	991	—	29
614	646	678	711	744	778	811	845	879	914	949	984	1,02	1,06	—	30
653	687	722	757	792	827	863	899	935	972	1,01	1,05	1,08	1,12	1,16	31
694	730	767	804	841	878	916	954	992	1,03	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	32
736	774	813	852	891	931	970	1,01	1,05	1,09	1,13	1,17	1,22	1,26	1,30	33
779	820	860	901	943	985	1,03	1,07	1,11	1,15	1,20	1,24	1,29	1,33	1,38	34
824	866	909	953	996	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,45	35
870	914	960	1,01	1,05	1,10	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	36
916	964	1,01	1,06	1,11	1,16	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,46	1,51	1,56	1,61	37
965	1,01	1,06	1,11	1,16	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,48	1,53	1,58	1,64	1,69	38
1,01	1,07	1,12	1,17	1,22	1,28	1,33	1,39	1,44	1,50	1,55	1,61	1,66	1,72	1,78	39
1,06	1,12	1,17	1,23	1,28	1,34	1,40	1,45	1,51	1,57	1,63	1,69	1,74	1,80	1,86	40
1,12	1,17	1,23	1,29	1,35	1,41	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70	1,77	1,83	1,89	1,95	41
1,17	1,23	1,29	1,35	1,41	1,47	1,53	1,60	1,66	1,72	1,78	1,85	1,91	1,98	2,04	42
1,22	1,29	1,35	1,41	1,48	1,54	1,60	1,67	1,73	1,80	1,87	1,93	2,00	2,07	2,13	43
1,28	1,34	1,41	1,48	1,54	1,61	1,68	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,23	44
1,34	1,40	1,47	1,54	1,61	1,68	1,75	1,82	1,89	1,96	2,03	2,11	2,18	2,25	2,33	45



Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm	H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Volym under bark och över stubbe i kubikmeter														
5	0,0050	0,0060	0,0070	0,0081	0,0092	0,0104	0,0116	0,0129	0,0142	0,0155	—	—	—	—	—
6	0071	0084	0099	0113	0129	0145	0161	0178	0195	0213	0,0232	—	—	—	—
7	0095	0113	0132	0151	0171	0192	0213	0235	0257	0280	0304	—	—	—	—
8	0123	0146	0170	0194	0220	0246	0272	0300	0328	0356	0386	0,0416	0,0447	—	—
9	0154	0183	0212	0243	0274	0306	0339	0372	0406	0441	0477	0514	0551	—	—
10	0189	0224	0260	0297	0334	0373	0412	0452	0493	0535	0578	0622	0667	0,0712	0,0758
11	0228	0269	0312	0356	0401	0446	0493	0540	0589	0639	0689	0740	0793	0846	0900
12	0270	0319	0369	0421	0473	0526	0581	0636	0693	0751	0809	0869	0930	0991	0,105
13	0315	0373	0431	0491	0551	0613	0676	0740	0805	0872	0939	0,101	0,108	0,115	122
14	0364	0430	0498	0566	0636	0706	0778	0852	0926	0,100	0,108	116	124	132	140
15	—	0492	0569	0647	0726	0806	0888	0971	0,106	114	123	132	141	150	159
16	—	0559	0645	0733	0822	0913	0,100	0,110	119	129	139	149	159	169	179
17	—	0629	0726	0824	0924	0,103	113	123	134	145	155	167	178	189	200
18	—	—	0812	0921	0,103	115	126	138	149	161	173	186	198	210	223
19	—	—	0902	0,102	115	127	140	153	166	179	192	206	219	233	247
20	—	—	0997	113	127	140	154	168	183	197	212	227	241	257	272
21	—	—	—	124	139	154	170	185	201	216	232	249	265	281	298
22	—	—	—	136	153	169	186	202	219	237	254	272	289	307	326
23	—	—	—	149	166	184	202	221	239	258	277	296	315	335	354
24	—	—	—	—	181	200	220	240	260	280	300	321	342	363	384
25	—	—	—	—	196	217	238	259	281	303	325	347	369	392	415
26	—	—	—	—	211	234	257	280	303	327	350	374	398	423	447
27	—	—	—	—	—	252	276	301	326	351	377	402	428	454	481
28	—	—	—	—	—	270	297	323	350	377	404	432	459	487	515
29	—	—	—	—	—	290	318	346	375	403	432	462	491	521	551
30	—	—	—	—	—	—	339	370	400	431	462	493	525	556	588
31	—	—	—	—	—	—	362	394	426	459	492	525	559	593	627
32	—	—	—	—	—	—	385	419	454	488	523	559	594	630	666
33	—	—	—	—	—	—	—	445	482	518	556	593	631	668	707
34	—	—	—	—	—	—	—	472	511	549	589	628	668	708	749
35	—	—	—	—	—	—	—	499	540	581	623	665	707	749	792
36	—	—	—	—	—	—	—	—	571	614	658	702	746	791	836
37	—	—	—	—	—	—	—	—	602	648	694	740	787	834	881
38	—	—	—	—	—	—	—	—	634	683	731	780	829	878	928
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	718	769	820	872	924	976
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	754	808	862	916	970	1,03
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	792	848	904	961	1,02	1,08
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	889	948	1,01	1,07	1,13
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	930	992	1,05	1,12	1,18
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	973	1,04	1,10	1,17	1,23
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,02	1,08	1,15	1,22	1,29

kubikmassa under bark.

H ö j d ö v e r m a r k i m e t e r															Dia- meter under bark 1,3 m över mark, cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Volym under bark och över stubbe i kubikmeter															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
0,112	0,118	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
129	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
148	157	0,165	0,174	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
168	178	187	197	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
190	200	211	222	0,233	0,244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
212	224	236	248	260	272	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
236	249	262	275	289	303	0,316	0,330	—	—	—	—	—	—	—	18
261	275	290	304	319	334	349	365	—	—	—	—	—	—	—	19
287	303	319	335	351	367	384	401	0,418	0,435	—	—	—	—	—	20
315	332	349	367	384	402	420	438	457	475	—	—	—	—	—	21
344	363	381	400	419	439	458	478	498	518	0,538	0,559	—	—	—	22
374	394	415	435	456	477	498	519	540	562	584	606	—	—	—	23
406	427	449	471	494	516	539	562	585	608	632	656	0,680	—	—	24
438	462	485	509	533	557	582	606	631	656	681	707	733	—	—	25
472	497	523	548	574	600	626	652	679	706	733	760	788	—	—	26
507	534	561	589	616	644	672	700	729	757	786	816	845	0,875	—	27
544	573	602	631	660	690	720	750	780	811	842	873	904	936	—	28
582	612	643	674	705	737	769	801	833	866	899	932	965	999	—	29
621	653	686	719	752	786	820	854	888	923	958	993	1,03	1,06	—	30
661	695	730	765	801	836	872	909	945	982	1,02	1,06	1,09	1,13	1,17	31
702	739	776	813	851	888	927	965	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	32
745	784	823	862	902	942	982	1,02	1,06	1,10	1,15	1,19	1,23	1,27	1,31	33
789	830	872	913	955	997	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30	1,35	1,39	34
835	878	921	965	1,01	1,05	1,10	1,14	1,19	1,23	1,28	1,33	1,37	1,42	1,47	35
881	927	973	1,02	1,07	1,11	1,16	1,21	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	36
929	977	1,03	1,07	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58	1,63	37
978	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,29	1,34	1,39	1,44	1,50	1,55	1,61	1,66	1,71	38
1,03	1,08	1,13	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,69	1,74	1,80	39
1,08	1,14	1,19	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,53	1,59	1,65	1,71	1,77	1,83	1,89	40
1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85	1,92	1,98	41
1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,56	1,62	1,68	1,75	1,81	1,88	1,94	2,01	2,07	42
1,24	1,31	1,37	1,43	1,50	1,56	1,63	1,70	1,76	1,83	1,90	1,96	2,03	2,10	2,17	43
1,30	1,37	1,43	1,50	1,57	1,63	1,70	1,77	1,84	1,91	1,98	2,05	2,12	2,19	2,26	44
1,36	1,43	1,50	1,57	1,64	1,71	1,78	1,85	1,92	1,99	2,07	2,14	2,21	2,29	2,36	45

## Anförd litteratur.

- EKLUND, S. och WENMARK, G., 1925, Några undersökningar av aspskog. Skogsvårdsför. tidskrift.
- JONSON, TOR, 1910, Taxatoriska undersökningar om skogsträdens form. I Granens form, Skogsvårdsför. tidskrift.
- 1911, Taxatoriska undersökningar etc. II Tallens form. Skogsvårdsför. tidskrift.
- 1912, Taxatoriska undersökningar etc. III Formbestämning å stående träd. Skogsvårdsför. tidskrift.
- 1928 a, Några nya metoder för beräkning av stamvolym och tillväxt hos stående träd. Skogshögskolans festskrift.
- 1928 b, Nöjaktigheten hos landsskogtakseringens uppskattning av granskogens kubikmassa. Tidskrift för skogbruk.
- 1929 a, Massatabeller för träduppskattning. Stockholm.
- 1929 b, En ny kuberingstabell för norrlandsgran. Norrlands skogsv.-förbunds tidskrift.
- NÄSLUND, MANFRED, 1934, Kuberingstabeller för tall. Skogsvårdsför. tidskrift.
- 1936, Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 29, nr 1.
- PETRINI, SVEN, 1925, Tillväxtprocentens beräkande. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 22, nr 4.
- 1933, Felet vid höjdmätning av lutande träd med Christens höjdmätare. Skogsvårdsför. tidskrift.
- 1936, Skogsuppskattning och skogsekonomi. Stockholm.
- PETTERSON, HENRIK, 1926, Studier över stamformen. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 23, nr 2.
- RIKSSKOGSTAXERINGSNÄMNDEN, 1932, Uppskattningen av Sveriges skogstillgångar verkställd åren 1923—29. Stockholm.
- SYLVÉN, NILS, 1916, De svenska skogsträden, en skogsbotanisk handbok. I Barrträden. Stockholm.

## Zusammenfassung.

### Funktionen und Tabellen zur Kubierung stehender Bäume. Kiefer, Fichte und Birke in Nordschweden.

#### Einleitung.

Bei der Primärbearbeitung der von der Forstlichen Versuchsanstalt ausgeführten Durchforstungsversuche in Kiefernwald wurde die Kubikmasse des stehenden Waldes für gewisse Teile des Aufnahmемaterials mit Hilfe einer abgeleiteten, mathematischen Funktion berechnet (NÄSLUND, 1936, S. 100). Auf Grund der hierbei gewonnenen Erfahrung über die durch die Korrelationsanalyse gebotenen Möglichkeiten einer weiteren Ausbildung unserer Schätzungsmethoden ist das Probestammmaterial einer erneuten Bearbeitung unterzogen worden, um wenn möglich eine objektive Methode zur Kubierung stehender Bäume mit Hilfe praktisch leicht ausführbarer Messungen zu entwickeln. Hierdurch sollten in erster Linie für die Praxis unmittelbar verwertbare Resultate erhalten werden. Ausserdem sollte ein Überblick darüber gewonnen werden, was etwa noch weiter mittels Präzisionsmethoden zu erreichen wäre.

Diese Untersuchung war betreffs der Kubierung der Kiefer auf Rinde bereits 1934 durchgeführt worden, wo gewisse Resultate dieser Studien in einer vorläufigen Mitteilung (NÄSLUND 1934) veröffentlicht wurden. Die endgültige Veröffentlichung der Untersuchung ist in Erwartung der Resultate einer entsprechenden Behandlung der Kubierungsfrage für Fichte und Birke aufgeschoben worden.

Die Untersuchung hat als Hauptresultat mathematische Funktionen zur Berechnung der Bruthöhenformzahl oder Kubikmasse des einzelnen Baumes geliefert. Um verschiedenen Ansprüchen an Genauigkeit bei der praktischen Schätzungsarbeit zu genügen, sind sowohl einfachere als auch mehr differenzierte Kubierungsfunktionen abgeleitet worden.

Diese Funktionen sind bei der neuen Reichswaldabschätzung zur Bestimmung sowohl der Kubikmasse als des Kubikmassezuwachses angewandt worden, und der Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, einen kurzen Bericht über die Funktionen sowie über ihre Anwendung und Anwendbarkeit zu liefern. Die Untersuchung und ihre Ergebnisse werden in einer späteren Publikation ausführlicher behandelt werden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier meine Dankbarkeit allen denen zu bezeugen, die in der einen oder anderen Weise meine Arbeit unterstützt haben. In erster Linie wende ich mich da an meinen Chef, Herrn Professor HENRIK PETERSON, der meine Arbeit nach allen Richtungen hin in wertvollster Weise gefördert hat. Bei der korrelationsanalytischen Rechenarbeit hat mir unschätzbare Hilfe das Rechenbüro der Forstlichen Abteilung geleistet.

Zu grossem Dank verpflichtet bin ich auch der *Reichswaldabschätzungskommission von 1937* für die wirtschaftliche Unterstützung, die die Kommission dieser Untersuchung hat zuteil werden lassen.

## KAP. I. DAS MATERIAL.

Das Material besteht aus gefällten und sektionierten Probestämmen von den festen Versuchsflächen und gelegentlichen Untersuchungsflächen der Forstlichen Versuchsanstalt sowie von Waldbeständen in den Versuchsparken. Hinzu kommen als Ergänzungsmaterial Fichtenprobestämme aus den Hochgebirgsgegenden und Kiefernprobestämme aus dem Küstenbezirk.

Sowohl die Kiefer als auch die Fichte und die Birke weisen aus taxatorischem Gesichtspunkt gewisse Verschiedenheiten in Nord- und in Südschweden auf. Mit Rücksicht auf den Umfang des Probestammmaterials wurde es für zulässig erachtet, das Land für die hier fragliche Bearbeitung des Materials in einen nördlichen und einen südlichen Teil aufzuteilen. Die vorliegende Untersuchung ist auf das erstere Gebiet beschränkt, das hier als Nordschweden bezeichnet wird.

Das Material besteht aus folgenden Anzahlen Probestämmen mit einem Brusthöhendurchmesser unter Rinde von 3 cm und mehr:

Kiefer:	2 031 St.	(Formzahl auf Rinde),	2 096 St.	(Formzahl unter Rinde)
Fichte:	1 500 St.	(	»	auf und unter Rinde)
Birke:	837 St.	(	»	»

---

Summe: 4 368 St. (Formzahl auf Rinde), 4 433 St. (Formzahl unter Rinde)

Ausserdem ist für die Kubierung von Kleinbäumen, d. h. Bäumen, die Bruthöhe erreicht haben, deren Brusthöhendurchmesser aber 5 cm untersteigt,

ein Sondermaterial studiert worden, umfassend 282 Probestämme von Kiefer, 313 St. von Fichte und 298 St. von Birke. Diese Probestämme stammen sowohl aus jungen wie aus alten Beständen her.

Probestämme, die laut im Felde gemachtem Vermerk deutlich abnorm sind (wipfelbrüchig, Zwiesel o. dgl.), sind nicht in die Untersuchung einbezogen worden. Besonders betreffs der Birke ist zu beachten, dass das Material nur Bäume mit durchgehendem Hauptstamm und ohne wesentliche Zwieselbildungen umfasst.

Die Probestämme sind 1-m-sektioniert, und die Messungen sind mit grosser Genauigkeit in der Weise ausgeführt worden, wie dies in der Abhandlung »Skogs-försöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning» (»Durchforstungs-verseuche der Forstlichen Versuchsanstalt in Kiefernwald. Primärbearbeitung») (NÄSLUND 1936, S. 60) angegeben ist.

## KAP. II. DIE BEARBEITUNG.

Die korrelationsanalytische Bearbeitung des beschriebenen Probestammmaterials zielte, wie erwähnt, darauf ab, empirische Funktionen zur Berechnung der Kubikmasse stehender Bäume auf und unter Rinde mit Hilfe objektiver und in der Praxis leicht ausführbarer Beobachtungen abzuleiten. Es erscheint richtiger, anstatt Rindenprozent anzuwenden, je nach Bedarf die Kubikmasse auf oder unter Rinde direkt abzuschätzen.

Bei der Bearbeitung des Hauptmaterials (Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser von 5,0 cm und mehr) habe ich es für zweckmässig erachtet, die Brusthöhenformzahl als abhängige Variable zu betrachten, und demnach zunächst eine empirische Funktion zur Bestimmung derselben abzuleiten versucht. Für die Kleinbäume ist die Kubikmasse direkt als abhängige Variable verwendet worden.

Mit Rücksicht auf die aufgestellte Forderung, dass die Feldbeobachtungen objektiv und leicht ausführbar sein sollen, handelte es sich darum, solche Charaktere zu studieren, die vermutlich für die Ableitung der Formzahl von Bedeutung sind. Wir befinden uns hier auf einem klassischen Arbeitsfeld, das nun mit modernen Hilfsmitteln hat bearbeitet werden können. Die Frage, welche Charaktere als unabhängige Variablen in die endgültigen Formzahlfunktionen eingehen sollen, kann nur durch praktische Erfahrungen bei der korrelationsanalytischen Bearbeitung entschieden werden. Bei der Wahl der Faktoren, die zum Gegenstand einer solchen Prüfung zu machen sind, ist es möglich gewesen, sich auf ältere Erfahrungen zu stützen.

Hierbei sind folgende Faktoren als zunächst in Frage kommend betrachtet worden, nämlich der Brusthöhendurchmesser und die Höhe des Baumes, das Rindenprozent des Brusthöhendurchmessers und das Kronenverhältnis sowie das Alter; ausserdem wurde eine Aufteilung des Materials nach zwei geographischen Gebieten, Nord- und Südschweden, als wertvoll angesehen. Nachstehend werden einige Kommentare und Definitionen im Anschluss an die obenerwähnten Faktoren gegeben.

Die Höhe des Baumes ist vom Boden aus gerechnet worden. Es ist nämlich als zweckmässig erachtet worden, die Baumhöhe wie die Brusthöhe vom Boden aus zu messen (vgl. PETERSON 1926, S. 73). In den bei der Bearbeitung ursprünglich erhaltenen Formzahlfunktionen (vgl. S. 136) ist das rechte Glied mit 0,99 multipliziert worden, damit die berechnete Formzahl, multipliziert mit der Höhe

über Boden, die Formhöhe über Stock geben soll, woraus dann die Kubikmasse über Stock erhalten wird.

Der Kronenansatz ist durch das Kronenverhältnis charakterisiert worden, das als die Länge der grünen Krone in Prozenten der Baumhöhe über dem Boden definiert worden ist. Bei der Bestimmung der unteren Kronengrenze wird ein einzelner, gesunder Ast unter der geschlossenen grünen Krone als nicht zu dieser gehörig angesehen, wenn er von der übrigen Krone durch mindestens drei abgestorbene Zweigwirtel getrennt ist. Hierdurch wird eine objektive Bestimmung des Kronenverhältnisses erhalten, das bei der aufgestellten Forderung objektiver Schätzungsnormen für die Charakterisierung des Kronenansatzes entscheidend gewesen ist. Das subjektive Moment, das die Beurteilung der Lage des Formpunkts (des Angriffspunktes des Winddrucks) bei der Schätzung der Kubikmasse nach der Formpunktmethode (JONSON 1912) darstellt, ist auf diese Weise ausgeschlossen worden.

Nachdem wir Stellung zu der Frage genommen haben, welche unabhängigen Variablen zu prüfen sind, erübrigt es noch, zu untersuchen, in welcher Form diese in die Korrelationsrechnung eingeführt werden sollen, d. h. die Frage nach der Form der Beziehungsgleichung. Diese Untersuchung ist mit beträchtlichen Schwierigkeiten verknüpft. Wir gehen hier nicht näher auf die korrelationsanalytische Bearbeitung des umfangreichen Materials ein, die mit Hilfe von Statistikmaschinen zur Sortierung und Addierung von gelochten Karten ausgeführt worden ist. Diese Bearbeitung wird ausführlicher in einem späteren Aufsatz behandelt werden; im folgenden beschränken wir uns darauf, die abgeleiteten Funktionen zur Berechnung der Formzahl und der Kubikmasse (die Kubierungsfunktionen) vorzulegen und die praktische Verwendung dieser Funktionen zu erörtern.

Die Bedeutung des Alters für die Bestimmung der Formzahl ist nur betreffs der Kiefer studiert worden. Hierbei zeigte es sich, dass das Alter keinen Einfluss auf die Formzahl hat, ausser demjenigen, der durch Durchmesser, Höhe, Kronenverhältnis und Rindenprozent ausgewiesen wird.

### KAP. III. KUBIERUNGSFUNKTIONEN FÜR KIEFER, FICHTE UND BIRKE IN NORDSCHWEDEN.

Um verschiedenen Schätzungsbedürfnissen zu genügen, sind bei der korrelationsanalytischen Bearbeitung teils einfache Funktionen abgeleitet worden, die nur eine Kenntnis des Durchmessers und der Höhe des Baumes verlangen, teils genauere und mehr Arbeit erfordernde Funktionen, die ausserdem Kenntnis des Kronenverhältnisses sowie in gewissen Fällen des Rindenprozents des Durchmessers voraussetzen. Für Kleinbäume sind nur Funktionen des ersteren Typs vorgelegt worden.

Die bei der korrelationsanalytischen Bearbeitung erhaltenen Formzahlfunktionen sind nach Multiplikation mit  $\frac{\pi}{4}d^2h$ , wo  $d$  und  $h$  Durchmesser bzw. Höhe bedeuten, in Funktionen transformiert worden, die direkt die Kubikmasse des Baumes ergeben. Unter gewissen Umständen sind diese Funktionen vom Arbeitsgesichtspunkt aus vorteilhafter als die Formzahlfunktion, was in Kap. V des näheren dargelegt wird.

*Bezeichnungen und Definitionen.*

Beobachtungen auf Rinde beziehen sich auf Funktionen für Formzahl und Kubikmasse auf Rinde. Beobachtungen unter Rinde beziehen sich auf Funktionen für Formzahl und Kubikmasse unter Rinde.

In Klammern werden im folgenden verwendete Benennungen der in die Funktionen eingehenden Baumcharaktere angegeben.

- $b$  = doppelte Rindendicke bei Brusthöhe, ausgedrückt in mm (Rindendicke).  
 $B$  = Rindenprozent des Brusthöhendurchmessers, angegeben in Prozenten des Durchmessers auf Rinde bzw. unter Rinde (Rindenprozent).  
 $d$  = Brusthöhendurchmesser auf Rinde bzw. unter Rinde in cm (Durchmesser).  
 $f$  = Brusthöhenformzahl auf Rinde bzw. unter Rinde für den Stamm über Stock, ausgedrückt in Tausendsteln und multipliziert mit 0,99 (Formzahl). Als Stock wird ein Prozent der Baumhöhe über Boden gerechnet. Diese Formzahl ergibt also nach Multiplikation mit der Höhe über Boden die Formhöhe über Stock.  
 $h$  = Höhe des Baumes über Boden in m (Höhe).  
 $k$  = Höhe der Kronengrenze über Boden in m (Kronengrenzhöhe, vgl. S. 135).  
 $K$  = Länge der Krone in Prozenten der Höhe des Baumes über Boden (Kronenverhältnis).  
 $v$  = Kubikmasse des Baumes über Stock und auf Rinde bzw. unter Rinde, angegeben in dm<sup>3</sup> (Kubikmasse).

## FORMZAHL UND KUBIKMASSE DER KIEFER.

*Auf Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 489,35 + 1296,11 \frac{1}{h} - 3,700 B - 0,9310 K \dots \dots \dots (1)$$

$$v = 0,1018 d^2 + 0,03112 d^2 h + 0,007312 d^2 k - 0,002906 d h b \dots \dots \dots (2)$$

$$f = 390,81 + 1185,86 \frac{1}{h} + 35,88 \frac{h}{d} \dots \dots \dots (3)$$

$$v = 0,09314 d^2 + 0,03069 d^2 h + 0,002818 d h^2 \dots \dots \dots (4)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,22 + 0,0504 d^2 h \dots \dots \dots (5)$$

*Unter Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 502,22 + 771,50 \frac{1}{h} + 2,257 B - 1,008 K \dots \dots \dots (6)$$

$$v = 0,06059 d^2 + 0,03153 d^2 h + 0,007919 d^2 k + 0,001773 d h b \dots \dots \dots (7)$$

$$f = 463,55 + 699,14 \frac{1}{h} + 34,36 \frac{h}{d} \dots \dots \dots (8)$$

$$v = 0,05491 d^2 + 0,03641 d^2 h + 0,002699 d h^2 \dots \dots \dots (9)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,15 + 0,0488 d^2 h \dots \dots \dots (10)$$

## FORMZAHL UND KUBIKMASSE DER FICHTE

*Auf Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 284,91 + 1403,45 \frac{1}{h} + 245,61 \frac{h}{d} - 708,56 \frac{h}{d^2} - 0,7513 K \dots \dots \dots (11)$$

$$v = 0,1102 d^2 + 0,01648 d^2 h + 0,005901 d^2 k + 0,01929 dh^2 - 0,05565 h^2. \quad (12)$$

$$f = 191,54 + 1530,31 \frac{1}{h} + 298,09 \frac{h}{d} - 839,09 \frac{h}{d^2} \dots \dots \dots (13)$$

$$v = 0,1202 d^2 + 0,01504 d^2 h + 0,02341 dh^2 - 0,06590 h^2 \dots \dots \dots (14)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,22 + 0,0849 d^2 + 0,0311 d^2 h \dots \dots \dots (15)$$

*Unter Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 290,93 + 1346,06 \frac{1}{h} + 226,83 \frac{h}{d} - 595,98 \frac{h}{d^2} - 0,7980 K \dots \dots \dots (16)$$

$$v = 0,1057 d^2 + 0,01658 d^2 h + 0,006267 d^2 k + 0,01782 dh^2 - 0,04681 h^2. \quad (17)$$

$$f = 193,84 + 1467,46 \frac{1}{h} + 276,26 \frac{h}{d} - 700,45 \frac{h}{d^2} \dots \dots \dots (18)$$

$$v = 0,1153 d^2 + 0,01522 d^2 h + 0,02170 dh^2 - 0,05501 h^2 \dots \dots \dots (19)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,15 + 0,0832 d^2 + 0,0312 d^2 h \dots \dots \dots (20)$$

## FORMZAHL UND KUBIKMASSE DER BIRKE

*Auf Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 414,20 + 533,74 \frac{1}{h} + 47,35 \frac{h}{d} - 2,154 B - 0,4154 K \dots \dots \dots (21)$$

$$v = 0,04192 d^2 + 0,02927 d^2 h + 0,003263 d^2 k + 0,003719 dh^2 - 0,001692 d h b. \quad (22)$$

$$f = 368,17 + 473,00 \frac{1}{h} + 63,44 \frac{h}{d} \dots \dots \dots (23)$$

$$v = 0,03715 d^2 + 0,02892 d^2 h + 0,004983 dh^2 \dots \dots \dots (24)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,10 + 0,0613 d^2 + 0,0315 d^2 h \dots \dots \dots (25)$$

*Unter Rinde*

Brusthöhendurchmesser des Baumes grösser als 5 cm

$$f = 404,30 + 423,71 \frac{1}{h} + 47,05 \frac{h}{d} - 0,3808 K \dots \dots \dots (26)$$

$$v = 0,03328 d^2 + 0,02876 d^2 h + 0,002991 d^2 k + 0,003695 dh^2 \dots \dots \dots (27)$$



$$f = 384,88 + 344,14 \frac{1}{h} + 55,34 \frac{h}{d} \dots \dots \dots (28)$$

$$v = 0,02703 d^2 + 0,03023 d^2 h + 0,004346 dh^2 \dots \dots \dots (29)$$

Brusthöhendurchmesser des Baumes kleiner als 5 cm

$$v = 0,07 + 0,0472 d^2 + 0,0344 d^2 h \dots \dots \dots (30)$$

#### KAP. IV. DIE GENAUIGKEIT DER FUNKTIONEN.

Die Dispersion der Formzahlfunktionen und die mittleren Fehler der in sie eingehenden Konstanten sind aus Tab. 4, S. 101 ersichtlich. Die Kubikmassefunktionen für die Kleinbäume sind in Tab. 4 nicht mit aufgeführt. Die Dispersion ist hier grösser und variiert zwischen 10 und 16 Prozent, wobei die Birke die höheren Werte hat.

Der mittlere Fehler der in die Funktionen eingehenden Konstanten ist berechnet worden und geht aus Tab. 4 hervor. Die gegenseitige Grössenordnung der Mittelfehlerprocente gibt auch die Reihenfolge an, in welcher die Variablen Bedeutung für die Bestimmung der Formzahl haben. Die Variable, die das kleinste Mittelfehlerprozent hat, ist von der grössten Bedeutung. In den Kiefernfunktionen hat demnach das Kronenverhältnis grössere Bedeutung als das Rindenprozent, und in den Fichtenfunktionen hat das Verhältnis zwischen Höhe und Durchmesser grössere Bedeutung als das Kronenverhältnis. Da das Kronenverhältnis in die Kiefernfunktionen eingeht, ist das Verhältnis zwischen Höhe und Durchmesser von so geringem Wert, dass diese Variable ausgeschlossen worden ist. Bei einem Vergleich zwischen den Fehlerprozenten der Konstanten ist zu beachten, dass den Funktionen verschiedene Probestammanzahlen zugrunde liegen.

Von grösserem Interesse als die Dispersion der Funktionen ist der Fehler, der bei der Kubierung mehrerer, derselben Dimensionsklasse oder demselben Bestande angehörender Bäume erwartet werden kann. Um diese Frage zu beleuchten, sind sowohl dimensionsklassenweise als auch bestandsweise Vergleiche zwischen berechneten und beobachteten Formzahlen und Kubikmassen angestellt worden. Wir beschäftigen uns zunächst mit dem ersteren Vergleich.

Das Probestammmaterial, das den Funktionen zugrunde liegt, ist nach Durchmesserklassen von je 3 cm Weite und diese ihrerseits nach Höhenklassen von je 2 m Weite sortiert worden. Für die so erhaltenen Dimensionsgruppen ist ein Vergleich zwischen den berechneten und beobachteten durchschnittlichen Formzahlen angestellt worden. Das Resultat eines solchen Vergleichs mit den genaueren Funktionen für die Formzahl unter Rinde (Nr 6, 16 und 26, S. 136) ist in Tab. 5—7, S. 103) wiedergegeben. Die Differenz zwischen berechneter und beobachteter Formzahl ist in Prozenten des berechneten Wertes ausgedrückt. Eine positive Differenz bedeutet hier, dass die berechnete Formzahl grösser ist als die beobachtete.

Tab. 4 gilt für die Kiefer und zeigt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Werten.

Für die Fichte (Tab. 6) gilt dasselbe betreffs der Durchmesserklassen unter 44,0 cm. Die grösseren Durchmesserklassen dagegen zeigen ganz überwiegend

positive Differenzen, und diese sind beträchtlich grösser als für das übrige Material. Die Bäume über 44 cm stammen sämtlich von zwei Lokalitäten an der Nadelwaldgrenze (Borgafjäll und Blaikfjället) her. Für Differenzen über 15 Prozent ist die Formklasse unter Rinde in der Tabelle angegeben worden; es ist ersichtlich, dass die Bäume von extremem Hochgebirgstyp sind mit oft neiloidischer Stammform. Das Resultat für diese selten vorkommenden Stammformen muss aus praktischem Schätzungsgesichtspunkt als befriedigend angesehen werden.

Tab. 7 gibt einen entsprechenden Vergleich für die Birke wieder. Die Übereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Formzahlen ist gut, und markierte systematische Tendenzen sind nicht vorhanden.

Bei dem bestandweisen Vergleich sind dem der betreffenden Funktion zugrundeliegenden Material wahllos und durch Quotientenberechnung 10 Versuchsflächen oder Bestände entnommen worden, worauf zu diesen gehörige Probabäume stammweise mit Hilfe der Funktion, auf die sich der Vergleich bezieht, kubiert worden sind. Die so erhaltene Kubikmasse pro Versuchsfläche oder Bestand wird in Tab. 8, S. 108 mit den Werten verglichen, welche die Sektionierung geliefert hat, wobei die Differenz in Prozenten der berechneten Kubikmasse ausgedrückt worden ist. Eine positive Differenz bedeutet, dass die berechnete Formzahl grösser ist als die beobachtete. In der Tabelle ist die Nummer der Kubikmassefunktion angegeben, der Vergleich gilt aber natürlich auch für die entsprechende Formzahlfunktion.

Die Tabelle zeigt, dass mittels der Funktionen eine sehr gute Schätzung der Kubikmasse erzielt worden ist. Für sämtliche Funktionen ist die Kubikmasse auf Rinde etwas sicherer bestimmt als die Kubikmasse unter Rinde. Die grösseren Funktionen, deren Anwendung die Kenntnis von Durchmesser, Höhe, Kronenverhältnis und in gewissen Fällen Rindenprozent voraussetzt, haben genauere Resultate ergeben als die einfacheren Funktionen, die sich nur auf Durchmesser und Höhe gründen. Dieser Gewinn an Genauigkeit ist am grössten für die Kiefer.

Die einfacheren Funktionen haben in Anbetracht der geringeren Arbeit, die ihre Anwendung sowohl im Felde als im Büro erfordert, für gewisse praktische Bedürfnisse befriedigende Resultate geliefert.

Ein Vergleich zwischen der Berechnung der Kubikmasse mittels der genaueren Funktionen und Kubierung mittels der Formpunktmethode ist von grossem Interesse. Bei der gegenwärtig stattfindenden Reichswaldabschätzung, bei der die eben genannten Funktionen zur Schätzung der Kubikmasse verwendet worden sind, ist eine vergleichende Untersuchung ausgeführt worden, um einen Vergleich mit der vorigen Abschätzung zu ermöglichen, bei welcher die Formpunktmethode zur Anwendung kam. Das Resultat eines solchen Vergleichs betreffs der Kubikmasse unter Rinde ist in Tab. 9, S. 110 wiedergegeben. Das Material für diesen Vergleich wurde objektiv entnommen als ein gewisser Quotient des Probestammmaterials der Reichswaldabschätzung von 1938 im Län Västernorrland.

Aus der Tabelle geht hervor, dass deutliche systematische Unterschiede zwischen den Methoden vorliegen. Wir wollen hier diese Unterschiede im Lichte früherer Erfahrungen über die Formpunktmethode näher diskutieren.

Für die Kiefer hat die Funktion durchgehends grössere Kubikmasse als die Formpunktmethode ergeben. Nach früher ausgeführten Kontrolluntersuchungen über die Formpunktmethode (vgl. JONSON 1928 a) scheint diese für die Kiefer im

Mittel zu geringe Kubikmasse zu ergeben, und dieser Unterschätzung ist von derselben Grössenordnung wie die hier zutage getretene durchschnittliche Differenz.

Für die Fichte hat die Funktion in der Durchmesserklasse 10-grössere Kubikmasse als die Formpunktmethode ergeben, in den übrigen Klassen aber ist das Verhältnis das entgegengesetzte. Aus von JONSON veröffentlichten Kontrolluntersuchungen (JONSON 1928 a und b, *Riksskogstaxeringsnämnden* 1932) geht hervor, dass die Formpunktmethode die Kubikmasse in den niederen Durchmesserklassen unterschätzt und in den höheren Klassen überschätzt. Die erhaltenen Werte dieser Unter- und Überschätzung sind ungefähr von derselben Grössenordnung wie die Differenzen in Tab. 9.

Für die Birke hat die Funktion durchweg geringere Kubikmasse als die Formpunktmethode ergeben. Bei der Reichswaldabschätzung im Län Västernorrland ist die Birkenfunktion auch für die Kubierung der übrigen Laubbäume zur Anwendung gekommen. Aus der Tabelle geht hervor, dass die Funktion auch hier geringere Kubikmasse als die Formpunktmethode geliefert hat. Kontrolluntersuchungen haben gezeigt, dass die Formpunktmethode bei Kubierung von Birke (PETRINI 1925, S. 156) und Espe (EKLUND und WENMARK 1925, S. 135) systematisch beträchtlich zu grosse Kubikmasse ergibt. Erwähnt sei hierbei, dass dieses Resultat für die Birke erhalten worden ist, trotzdem man versucht hat, den Formpunkt gemäss JONSONS Anweisungen (JONSON 1912 und 1929) zu korrigieren.

Die systematischen Unterschiede zwischen den Kubierungsergebnissen der Funktionen und der Formpunktmethode, die hier erhalten und diskutiert worden sind, scheinen demnach in für die Funktionen günstiger Richtung zu gehen. Ein detaillierterer Vergleich zwischen den Funktionen und der Formpunktmethode wird später von der Reichswaldabschätzungskommission veröffentlicht werden.

Bei einem Vergleich mit der Formpunktmethode ist es wichtig zu beachten dass die Funktionen eine objektive Schätzung der Kubikmasse ermöglichen, während die Formpunktmethode subjektive Momente in sich schliesst sowohl betreffs der Herleitung der Methode als bei der Bestimmung des Angriffspunktes des Winddrucks in der Krone (der Formpunkt).

## KAP. V. DIE PRAKTISCHE ANWENDUNG DER FUNKTIONEN.

Die genaueren Funktionen, die die Kenntnis von Durchmesser, Höhe, Kronenverhältnis und in gewissen Fällen Rindenprozent erfordern, sind in der Regel anzuwenden bei Abschätzungen, bei denen ein detaillierterer Ausweis des Holzvorrats verlangt wird. Die einfacheren Funktionen mit nur Durchmesser und Höhe als Variablen genügen bei weniger anspruchsvollen Abschätzungen.

Die rechnerische Anwendung der Kubierungsfunktionen ist sehr einfach und teilweise abhängig von der Organisation der Abschätzungsarbeit im übrigen, weshalb generelle Regeln nicht aufgestellt werden können.

Eine Anwendung der genaueren und mehr Arbeit erfordernden Funktionen zeigt Tab. 10, S. 114. Das Beispiel betrifft die Bestimmung der Kubikmasse der

Kiefer unter Rinde unter Anwendung sowohl der Formzahlfunktion (6) wie der Kubikmassefunktion (7). Die Kubierung ist durchmesserklassenweise ausgeführt, und wir gehen davon aus, dass die Mittelwerte für Durchmesser, Höhe, Kronengrenze und Rindendicke für jede Durchmesserklasse abgeleitet worden sind. Hierzu können natürlich die gebräuchlichen Methoden (gewogene oder ungewogene Mittel, graphische Konstruktionen usw.) benutzt werden. Die Wahl des Verfahrens ist indessen abhängig von der allgemeinen Planung der Abschätzung; ein näheres Eingehen darauf liegt ausserhalb des Rahmens dieses Aufsatzes.

Für die Frage, welche Funktion im Einzelfall vorzuziehen ist: die Formzahlfunktionen oder die Kubikmassefunktion, ist der Umstand entscheidend, ob die Mittelglieder in der Rechnung ( $K$ ,  $B$ ,  $d^2$ ,  $d^2h$  usw.) für andere Zwecke benötigt werden. Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes besteht kein grösserer Unterschied zwischen den beiden Funktionen.

Bei individueller Kubierung der Probestämme können natürlich die oben angegebenen Verfahren verwendet werden, ist aber die Anzahl der Probestämme gross ( $> 1000$  St.) und stehen moderne Statistikmaschinen zur Verfügung, so ist die Verwendung von gelochten Karten oft vorteilhaft. Die Kubierung wird hierbei mittels der Kubikmassefunktion ausgeführt, und die dabei zu verwendende Spezialmaschine ist der sog. Multiplier. Dieser Apparat gehört sowohl zu HOLLERITHS wie zu POWERS Maschinenausrüstung für Lochkartenbearbeitung.

Die lochkartenmässige Kubierung ist in Abb. 1, S. 116 veranschaulicht, die eine Lochkarte mit auf dem Hollerith-Multiplier ausgeführter Kubierung zeigt.

Für gewisse Zwecke können auch einfache Kubierungstabellen mit Eingang nach Durchmesser und Höhe von Wert sein. Derartige Tabellen sind daher mit Hilfe der Funktionen (4), (9), (14), (19), (24) und (29) ausgearbeitet worden (Tab. I—VI S. 120). Diese Tabellen geben also für Kiefer, Fichte und Birke die Kubikmasse des Baumstamms auf (bzw. unter) Rinde und über Stock bei bekanntem Brusthöhendurchmesser des Baums auf (bzw. unter) Rinde sowie bekannter Höhe des Baums über Stock an.

Hier folgt eine Übersetzung des schwedischen Tabellentextes zu den Tabellen I—VI.

Tab. I	Kubikmasse der Kiefer auf	Rinde
Tab. II	»	» » unter »
Tab. III	Kubikmasse der Fichte auf	Rinde
Tab. IV	»	» » unter »
Tab. V	Kubikmasse der Birke auf	Rinde
Tab. VI	»	» » unter »

Durchmesser auf Rinde (unter Rinde)	Höhe über Boden in m	Durchmesser auf Rinde (unter Rinde)
1,3 m über Boden, cm	Kubikmasse auf Rinde (unter Rinde) und über Stock in m <sup>3</sup>	1,3 m über Boden cm

Mit Hilfe der einfacheren Funktionen kann auch der Kubikmassezuwachs berechnet werden. Hierbei ist es nötig, Durchmesser und Höhe des Baums zu Beginn und zu Ende der Wachstumsperiode zu kennen. Die Methode wird gegenwärtig bei der Reichswaldabschätzung zur Bestimmung des Kubikmassezuwachses während der letzten Fünfjahrperiode verwendet. Eine eingehendere Erörterung der Frage der Berechnung des Kubikmassezuwachses liegt jedoch nicht im Plane der vorliegenden Arbeit.

---